

**MEJORAMIENTO DE CONFORT TÉRMICO Y ACÚSTICO EN PROYECTO
DE OFICINA EN BOGOTÁ.**

ROBINSON JAVIER VELASCO FORERO

Arq. Universidad Católica de Colombia

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE DISEÑO

MAESTRIA EN DISEÑO SOSTENIBLE

BOGOTÁ D.C.

2021

**MEJORAMIENTO DE CONFORT TÉRMICO Y ACÚSTICO EN PROYECTO
DE OFICINA EN BOGOTÁ.**

ROBINSON JAVIER VELASCO FORERO

Arq. Universidad Católica de Colombia

**Trabajo de grado para optar al título de
Magister**

**Director de proyecto
Claudio Varini**

**Co-Director
Eduardo Cote Menéndez**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE DISEÑO
BOGOTÁ D.C.**

2021



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia.](#)

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Bogotá D.C. 06 de abril de 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia, amigos y todos aquellos que de una u otra forma me apoyaron en cumplir un logro más en la vida.

RESUMEN

Cuando los funcionarios de una oficina presentan alguna disconformidad o muestran síntomas o malestares médicos provocados por el ambiente térmico y acústico de su área de trabajo, se evidencia una problemática entre la arquitectura y los usuarios de un lugar, en ese sentido se tomó como estudio de caso una oficina ubicada en el sector de Toberín de la ciudad de Bogotá, con el fin de verificar in situ las condiciones de discomfort que pueden presentarse en esta oficina. Para corroborar la causante de este discomfort, se realizó una encuesta a los funcionarios, mediciones en campo, y un estudio de la edificación en términos de ubicación y materialidad que determinaron los niveles de temperatura y ruido su interior. Todo lo anterior, en aras de delimitar la problemática y proponer alternativas de solución pasiva desde la arquitectura respecto a la temperatura y acústica del lugar a través de su aislamiento y acondicionamiento; procesos guiados por las estipulaciones planteadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud), el INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) y el Ashrae 55 de condiciones ambientales térmicas para la ocupación humana,

– organizaciones y estándares que han definido que los aspectos de ruido, ambiente térmico, ventilación y calidad de aire en las áreas de trabajo deben ser tomados en cuenta en la búsqueda del confort de los ocupantes y en la prevención de efectos sobre la salud – los cuales buscan la creación de ambientes de confort y bienestar laboral desde la misma arquitectura, con diseños en pro de los intereses y necesidades tanto del entorno como del usuario, mediados por el desarrollo humano y medio ambiental.

Palabra clave:

Confort térmico. Confort acústico. Acondicionamiento termoacústico en ambientes laborales. Acondicionamiento acústico. Aislamiento acústico.

SUMMARY

When the officials of an office present any disagreement or show symptoms or medical discomfort caused by the thermal and acoustic environment of their work area, a problem between the architecture and the users of a place is evident, in that sense it was taken as a study of In this case, an office located in the Toberín sector of the city of Bogotá, in order to verify in situ the conditions of discomfort that may arise in this office. To corroborate the cause of this discomfort, a survey was carried out with officials, measurements in the field, and a study of the building in terms of location and materiality that determined the levels of temperature and noise inside. All of the above, in order to delimit the problem and propose passive solution alternatives from the architecture regarding the temperature and acoustics of the place through its isolation and conditioning; processes guided by the stipulations proposed by the WHO (World Health Organization), the INSST (National Institute for Occupational Safety and Health) and Ashrae 55 of thermal environmental conditions for human occupation,

- organizations and standards that have defined that noise, thermal environment, ventilation and air quality aspects in work areas must be taken into account in the search for occupant comfort and in the prevention of health effects - Which seek the creation of environments of comfort and work well-being from the same architecture, with designs in favor of the interests and needs of both the environment and the user, mediated by human and environmental development.

Keyword:

Thermal comfort. Acoustic comfort. Thermoacoustic condition in working environments. Acoustic conditioning. Acoustic isolation.

INDICE DE CONTENIDO

Resumen

Tipo de proyecto

1	INTRODUCCIÓN	12
1.1	Situación Dada:	12
1.2	Situación Deseada:	13
2	ANTECEDENTES	14
3	MARCO REFERENCIAL	15
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
5	OBJETIVOS	20
5.1	Objetivo general	20
5.2	Objetivos específicos	20
6	METODOLOGIA	20
7	ANALISIS DEL PROYECTO	23
7.1	Ubicación	23
7.2	Datos climáticos	24
7.3	Descripción del proyecto	29
7.4	Encuesta a funcionarios	35
7.5	Mediciones en campo	37
7.6	Simulación de condiciones bioclimáticas actuales edificación.	43
8	ESTRATEGIAS DE MEJORA Y RESULTADOS ESPERADOS	52
8.1	Resultados	53
9	DESARROLLO DEL PROYECTO	54
9.1	Propuesta	54
9.2	Simulación de condiciones bioclimáticas propuesta para la edificación.	59
9.3	Acústica	66
9.4	Estrategias EDGE	76
9.5	Resultados obtenidos	80
	CONCLUSIONES	81

BIBLIOGRAFIA.....	84
-------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización proyecto	23
Figura 2 Rosa de vientos	23
Figura 3 Trayectoria solar	27
Figura 4 Planta primer nivel proyecto.....	30
Figura 5 Planta segundo nivel proyecto	31
Figura 6 Planta tercer nivel proyecto	32
Figura 7 Fachada proyecto	32
Figura 8 Contexto proyecto.....	33
Figura 9 Primer nivel proyecto	33
Figura 10 Segundo nivel proyecto	34
Figura 11 Tercer nivel proyecto	34
Figura 12 Tabulación grafica encuesta	36
Figura 13 Primera medición en campo	37
Figura 14 Segunda medición en campo	38
Figura 15 Tercera medición en campo	38
Figura 16 Equipo de medición	40
Figura 17 Equipo de medición	43
Figura 18 Equipo de medición	40
Figura 19 Equipo de medición	40
Figura 20 Trayectoria solar proyecto	48
Figura 21 Simulación vientos proyecto	49
Figura 22 Simulación vientos, presión y temperatura proyecto.....	49
Figura 23 Corte longitudinal proyecto	50
Figura 24 Corte transversal proyecto	50
Figura 25 Detalle constructivo proyecto	51
Figura 26 Corte fugado proyecto	52
Figura 27 Fachada propuesta proyecto	54
Figura 28 Corte transversal propuesta proyecto.....	55
Figura 29 Corte longitudinal propuesta proyecto.....	56
Figura 30 Detalle constructivo propuesta proyecto	57
Figura 31 Detalle constructivo propuesta proyecto	58
Figura 32 Comparativo grafico temperatura edificio semana.....	63
Figura 33 Comparativo grafico temperatura edificio día	63
Figura 34 Estrategias empleadas en el proyecto	64
Figura 35 Simulación vientos propuesta proyecto	65
Figura 36 Simulación temperatura propuesta proyecto	65
Figura 37 Adecuación acústica fachada	69
Figura 38 Ecuación método Sabine.....	70

Figura 39 Medición e intervención acústica primer nivel.....	71
Figura 40 Adecuación acústica primer nivel proyecto.....	72
Figura 41 Medición e intervención acústica segundo nivel	73
Figura 42 Adecuación acústica segundo nivel proyecto	74
Figura 43 Medición e intervención acústica tercer nivel	75
Figura 44 Adecuación acústica tercer nivel proyecto	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos climáticos de temperatura	24
Tabla 2 Datos climáticos de humedad relativa	25
Tabla 3 Datos climáticos de vientos.....	26
Tabla 4 Rango de confort adaptativo	28
Tabla 5 Promedio mediciones en campo	39
Tabla 6 Rango decibeles permitidos resolución 6918 de 2010.....	41
Tabla 7 Rango de confort acústico curva NC	42
Tabla 8 Medición de campo en bandas de octava.....	42
Tabla 9 Simulación de temperatura situación actual proyecto.....	44
Tabla 10 Simulación de temperatura situación actual edificio	46
Tabla 11 Estrategias de mejora proyecto	53
Tabla 12 Simulación de temperatura propuesta proyecto	59
Tabla 13 Simulación de temperatura propuesta edificio.....	61
Tabla 14 Tiempos de reverberación primer nivel	71
Tabla 15 Tiempos de reverberación segundo nivel.....	73
Tabla 16 Tiempos de reverberación tercer nivel.....	75
Tabla 17 Estrategia Edge de energía.....	77
Tabla 18 Estrategia Edge de agua	78
Tabla 19 Estrategia Edge de materiales	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Fachada proyecto	87
Anexo 2 Primer nivel proyecto.....	87
Anexo 3 Segundo nivel proyecto.....	88
Anexo 4 Equipos de medición en campo	88
Anexo 5 Encuesta a funcionarios.....	89
Anexo 6 Formula tiempo de reverberación	90
Anexo 7 Niveles acústicos curvas NC.....	91
Anexo 8 Curvas NC cubierta propuesta proyecto	92
Anexo 9 Ficha técnica teja propuesta proyecto.....	93
Anexo 10 Factibilidad proyecto	95

Tipo de proyecto

Proyecto investigativo - aplicado

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Dada:

La determinante de una envolvente inadecuada y la creación de espacios totalmente abiertos en los diseños arquitectónicos y en las adecuaciones de oficinas pueden conllevar, a que en el interior de las edificaciones se presenten diferentes situaciones de malestar que pueden afectar al personal que lo habita.

Respecto a los espacios de oficina, siendo el caso de estudio, “Oficina sede Toberín” se ha presentado cierta inconformidad por parte de los usuarios al habitar el espacio, respecto al confort térmico y acústico del lugar.

Situación que puede causar un aumento de consumo energético y pérdida en la productividad por parte de los trabajadores. Frente a esto diversas entidades entre ellas la Organización Mundial de la Salud se encarga de promover y proteger la salud de los trabajadores, buscando controlar los accidentes y enfermedades como irritación de los ojos, problemas respiratorios, irritación cutánea y algunos generales como somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, mareos, reducción en la concentración, aumento de estrés y fatiga. (Subils, 2019, p3)

Cabe señalar la importancia de los espacios adecuados para el desarrollo laboral, integral y armonioso de los usuarios, dado que las condiciones del entorno físico, tales como: ruido, temperatura y ventilación se deben tener en cuenta en el momento del desarrollo arquitectónico; en el edificio de estudio se limitan algunas condiciones; en

primer lugar no existe una circulación de aire apropiada en el interior del proyecto, provocando cambios de temperatura drásticos, que afectan directamente las condiciones de confort del personal. Asimismo se observa que la cubierta, las ventanas y la mampostería, elementos que se utilizan como resguardo de la intemperie, son inadecuados y desfavorecen la inercia térmica del edificio; por otro lado se evidencia que el diseño de la construcción se realizó mediante el concepto de espacio abierto desconociendo la acústica del lugar. Lo anterior ocasiona el aumento en los niveles de presión sonora (dB) que pueden llegar a exceder el rango permitido en espacios de oficina. Estas situaciones permiten tener un punto de partida en el desarrollo de la investigación.

1.2 Situación Deseada:

A partir de lo anterior, se deben adoptar soluciones que contribuyan al desarrollo del bienestar de los ocupantes y la sostenibilidad de la edificación, siendo los edificios grandes consumidores de recursos. En ese sentido, no se debe permitir que se presenten estas situaciones, se debe proponer que los espacios diseñados sean confortables tanto en lo térmico y lo acústico, sin olvidar la existente relación entre energía y confort y clima y ser humano (Olgyay, 2016, p14).

Se pretende, con este trabajo, planificar la intervención de proyectos en edificaciones existentes, implementando soluciones de ventilación natural que favorezcan la renovación de aire para disminuir el consumo energético, mejorar el confort térmico de los funcionarios y por ende contribuir a la sostenibilidad mediante la reducción en el consumo y el costo del mismo, al no implementar aire acondicionado o

mecanismos de inyección y extracción de aire que deriven en elevados consumos de energía.

En cuanto al confort acústico se deben plantear soluciones en el diseño acordes con la acústica específica para la actividad de oficina.

En consecuencia, desde el compromiso profesional como arquitecto, se busca proponer una alternativa de solución frente a las condiciones señaladas en la situación dada, solución que se proyecte en términos de bienestar, viabilidad, medio ambiente y economía (González J, 2004, p227).

Se espera entonces incidir en el espacio a través de un diseño adecuado que beneficie y mejore las condiciones de confort, bienestar y salud, a través del mejoramiento de los sistemas envolventes existentes, la elección de nuevos materiales y/o sistemas que complementen los actuales, buscando la optimización térmica y acústica de los mismos. Este diseño funcional se complementa con el arquitectónico, en el sentido de modificar la fachada con el objetivo complementario de brindar una nueva óptica que genere motivación y agrado para los usuarios y trabajadores del lugar.

2 ANTECEDENTES

Hoy en día existen estándares que definen niveles de confort a partir de un acercamiento sostenible a las edificaciones, por ejemplo: construcciones con certificaciones LEED “sistema de certificación estadounidense de edificios sostenibles” o Breeam “sistema de certificación de Reino Unido de edificios sostenibles” las cuales desde la parte de diseño y planificación del proyecto fueron concebidas como amigables con el medio ambiente, partiendo de estudios de implantación por medio de

simulaciones en programas especializados; simulaciones que permiten tomar decisiones importantes antes de su construcción; además también cuentan con normas internacionales como OHSAS 18001 en seguridad y salud ocupacional o a nivel nacional, las Normas Técnicas Colombianas denominadas NTC, entre las que se encuentran: las NTC 5316 y 4595 de condiciones ambientales térmicas de inmuebles para personas y de acondicionamiento acústico; las resoluciones 0627, 6919 y 6918 de emisiones de ruido y ruido ambiental, recuperación auditiva, calidad sonora y niveles de ruido al interior de las edificaciones; y entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible entre otras, esto está bien para edificaciones nuevas, pero ¿qué ocurre con las edificaciones antiguas en las que se hacen remodelaciones, cambios de uso y donde se presentan inconformidades al habitar el espacio?

Las edificaciones sostenibles hacen referencia a proyectos nuevos, pero para construcciones existentes es muy limitada la información, por lo general se reduce a estudios de casos puntuales donde ya se presenta algún problema y es necesaria la intervención en busca de una solución, refiriendo la edificación como edificio enfermo el cual repercute en la salud de sus ocupantes.

3 MARCO REFERENCIAL

-Confort térmico y calidad del aire, una evaluación cuantitativa post ocupación desde la arquitectura.

Este documento es útil como guía ya que está enfocado en el confort térmico, aspecto a tratar en la investigación, el documento se desarrolla en verificar las condiciones de confort térmico y calidad del aire en tres edificaciones en la ciudad de Bogotá y el planteamiento de soluciones en las edificaciones analizadas y con

parámetros fuera de la normatividad., concluyendo la importancia de las mediciones cuantitativas posteriores a la post ocupación con el fin de planear acciones correctivas y anticiparse a futuras problemáticas.

Se indica la norma técnica colombiana sobre condiciones ambientales, la norma ASHRAE 55, y la normatividad del Instituto Nacional de Seguridad de Higiene en el Trabajo, normatividad esencial y aplicable para la investigación, luego se muestra las mediciones y resultados obtenidos en las tres edificaciones especificando la importancia de una adecuada ventilación y la importancia de las fachadas de la construcción.

Reiterando la importancia de mantener un confort térmico constante en las edificaciones sin presentar cambios drásticos en la temperatura y la importancia de las mediciones cuantitativas con el fin de garantizar el futuro confort térmico de la edificación. (López P. O., 2019)

-El síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Este documento es útil como guía para determinar las características de un edificio enfermo, los efectos relacionados entre el edificio y la salud de sus ocupantes, la identificación de las causas de una mala calidad del aire y las pautas para desarrollar la investigación sobre el edificio.

La investigación se desarrolla en 4 fases.

-Investigación inicial: acciones iniciales de tipo prospectivo, contactos previos con el problema, revisión general del edificio, información de los ocupantes por medio de cuestionarios, conversaciones, síntomas percibidos por las personas, datos que permitirán realizar un diagnóstico inicial.

-Medidas de inspección y guía: uso y funcionamiento, diseño y función, materiales de la construcción, mobiliario, procesos de impresión, tomas de aire exterior, número de empleados e indicadores de temperatura y ventilación.

-Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados: Calidad del aire interior, presencia de productos contaminantes, niveles de ruido, factores climáticos específicos, ambiente térmico e iluminación, entre otros.

-Examen médico e investigaciones asociadas: examinar empleados con o sin síntomas, examen ocular, respiratorio, pulmonar y cutáneo, exámenes que se deben realizar y tabular durante y después de la jornada laboral. (Trabajo I. n., 1994)

-Síndrome del edificio enfermo (SEE) en la facultad de ciencias de la salud de la universidad de Córdoba.

Este documento es una guía de investigación de un caso específico sobre el síndrome del edificio enfermo en la ciudad de Córdoba, el cual tiene en cuenta la normatividad colombiana respecto al SEE mediante un estudio tipo descriptivo y cuantitativo enfocado en los trabajadores.

Dentro de la normativa se encuentran estándares, pautas, requisitos y procedimientos establecidos en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) los cuales son tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto.

También se estudian de manera puntual los factores de peligro dentro de la edificación como: el factor físico, factor psicosocial, factor químico y el factor biológico los cuales son consecuentes del SEE.

Por último el documento hace énfasis en los trabajadores realizando una encuesta en la cual se tienen en cuenta aspectos como la edad de los trabajadores, el tiempo de trabajo, el género, la ocupación, el distanciamiento, la cercanía a ventanas, la percepción de la

temperatura, los olores, la iluminación, la humedad, un cuestionario de 55 presuntas las cuales aportan en la identificación de las causas del SEE. (Carrillo, 2019)

-Eficiencia Energética y Confort en Edificios de Oficina: el Caso Alemán

Esta publicación busca establecer el cambio que se produce en la edificación al habitar el espacio y cómo se afecta la Eficiencia Energética y el Confort de la construcción en un área de trabajo. Resalta la importancia de las mediciones y encuestas en campo para poder crear alternativas de optimización y mejora de la eficiencia energética.

Se realiza un trabajo de campo durante un año realizando un monitoreo puntual con mediciones, encuestas y simulaciones en 19 edificios de oficina en Alemania, evaluando el comportamiento del usuario respecto a las variables climáticas interiores y exteriores, permitiendo documentar el comportamiento del edificio y evaluar los niveles de eficiencia energética de los mismos. (Sustentable, 2012)

-Ventilación de espacios de trabajo en edificios de oficina y su influencia sobre su eficiencia energética.

Esta publicación muestra la importancia de la calidad del aire de espacios interiores identificando estrategias de ventilación natural y mecánica. En cuanto a ello, el objetivo del trabajo es evaluar el empleo de diferentes estrategias de ventilación y el grado en que se ve afectada la eficiencia energética. Por medio de un estudio de 60 espacios de trabajo, distribuidos en dos edificios en la ciudad de San Juan en Argentina con variantes en el sistema de ventilación considerando en mayor medida la variable sobre el factor de ocupación del edificio.

Las mediciones se realizan durante tres estaciones del año (invierno, transición y verano) teniendo en cuenta la radiación solar, amplitud térmica, humedad ambiente, vientos del sector e inercia térmica de los materiales. (Sustentable, 2013)

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La implantación de oficinas en edificaciones existentes sin tener en cuenta los factores climáticos -orientación, ubicación, vientos, horas de exposición solar- y arquitectónicos -morfología, materialidad, distribución, funcionalidad- (Olgyay, 1968, p24) puede llevar a que se presente inconformidad en el habitar y pérdida de confort de los ocupantes, a tal punto que el edificio pueda causar que los habitantes presenten alguna enfermedad, convirtiendo el área de trabajo en un lugar inapropiado para laborar. A partir de esta situación surge la preocupación de restablecer los espacios existentes en aras de mejorar sus condiciones y buscar el confort de los ocupantes, además, alertar acerca de la necesidad de implementar soluciones y alternativas de cambio amigables con el medio ambiente capaces de evitar la repetición de estas situaciones, al proyectar adecuaciones o la construcción de nuevas oficinas.

Problemáticas identificadas por los usuarios y mediante observación directa:

- Disconfort térmico por parte de los funcionarios del edificio.
- Disconfort acústico por parte de los funcionarios en el espacio.
- Frecuentes molestias de salud de los funcionarios relacionadas con las condiciones internas.
- Proyecto desarrollado sin un estudio bioclimático. (Remodelación de oficina asociada al incremento en el número de empleados)
- Inadecuada selección de materiales en la remodelación de la oficina.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Proponer soluciones de mejoramiento en busca del confort térmico y acústico, mediante un estudio específico derivado de mediciones in-situ y simulaciones higrotérmicas en una oficina en el sector de Toberín de la ciudad de Bogotá.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar las causas de inconformidad térmica y acústica de los funcionarios mediante mediciones térmicas y acústicas del lugar específico.
- Identificar el comportamiento térmico de la envolvente arquitectónica de la edificación.
- Desarrollar estrategias de mejoramiento del confort térmico y acústico en la edificación.
- Incrementar el nivel de confort mediante simulación térmica y fluidodinámica de la edificación.
- Identificar proyectualmente soluciones técnicas que permitan el alcance de las condiciones térmicas y acústicas obtenidas en las mediciones y simulaciones.

6 METODOLOGIA.

El trabajo se desarrolla a partir de un estudio transversal, el cual se define como un tipo de investigación observacional que recopila y analiza datos o variables sobre una población, prototipo o subconjunto predefinido, lo anterior, por medio de la metodología empírica y estadística, la que a su vez se vale del análisis y la descriptiva analítica.

La investigación se desarrolló mediante etapas con el fin de obtener una propuesta de mejoramiento en búsqueda del confort térmico y acústico en el objeto de estudio.

Desarrollo

Escenario de estudio: Oficina / Toberín, Bogotá

Población: Funcionarios Tiempo completo

Recolección de datos: Visita de campo, Encuesta, Mediciones y Fotografías

Análisis: Tabulaciones, Simulaciones, Gráficas

PRIMERA ETAPA

Se identificarán las causas de disconfort térmico y acústico mediante la observación, la medición, la experimentación y la revisión.

Actividad

Diseño de encuesta:	Con el diseño de la encuesta se buscó establecer la percepción de disconfort de los ocupantes, con preguntas afines a la temperatura y la acústica del lugar.
Encuestas a funcionarios:	Se realizó una encuesta a 20 funcionarios con el fin de promediar la percepción del confort o disconfort en el área de trabajo.
Mediciones en campo: Temperatura Niveles acústicos Humedad Vientos	Se realizó con el fin de corroborar instrumentalmente las condiciones de temperatura y acústica del lugar determinado y así poder identificar las variables que afectan negativamente el confort termo acústico del espacio,
Tabulación y análisis de la información:	Se realizó con el fin de cuantificar e identificar el nivel de disconfort de los funcionarios y reforzar el punto de partida de la investigación.

SEGUNDA ETAPA

Se analizó el edificio con el propósito de identificar su materialidad, ubicación y composición arquitectónica

Actividad

Análisis implantación: Se realizó con el objetivo de identificar el comportamiento de la edificación en cuanto a la trayectoria solar y dirección de los vientos.

Análisis materialidad edificio: Se analizó la envolvente de la edificación para determinar qué elementos afectan o contribuyen con el discomfort termo acústico del lugar.

Simulación situación actual de la edificación: Con la simulación de la edificación se buscó corroborar la información obtenida en las mediciones en campo y así poder tener la base de partida para proponer las mejoras en busca del confort termo acústico.

DesignBuilder

TERCERA ETAPA

Realización propuesta de mejora en búsqueda del confort térmico y acústico del lugar por medio de simulaciones, tablas y mejoras en la edificación.

Actividad

Estrategias de mejora: Se buscó identificar estrategias de mejora en cuanto al confort térmico y acústico del lugar.

Diseño arquitectónico: Se realizó un diseño el cual contribuirá en la mejora del confort térmico y acústico del lugar. Mediante el aprovechamiento de la ventilación natural, y el cambio de algunos materiales de la envolvente.

Simulación de la propuesta: Con la simulación de la propuesta se comprueba la mejora del confort térmico y acústico del lugar. Permitiendo simular los cambios realizados en la edificación y en la envolvente del mismo.

DesignBuilder

7 ANALISIS DEL PROYECTO

7.1 Ubicación

TOBERIN localidad Usaquén

Figura 1

Localización proyecto



Nota. Desglose ubicación

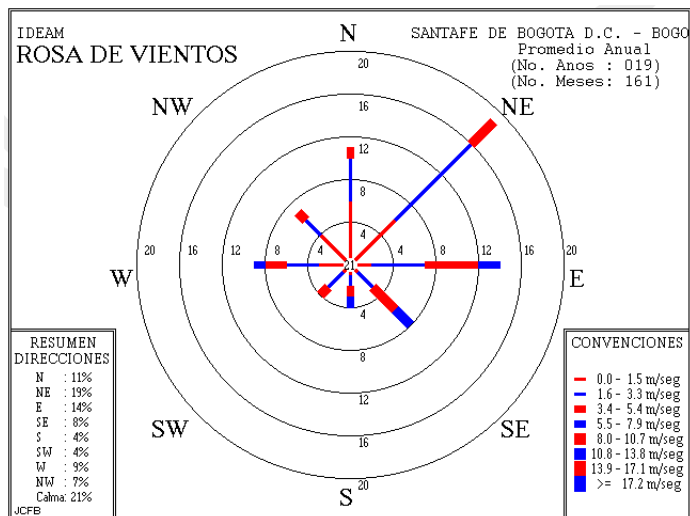
Sede Toberin - Bogotá - Carrera 21 # 166 – 49

Uso Oficina - Altura 2 pisos y un Mezzanine - Lote medianero

Latitud: 4°36,34" N - Longitud: 74°04,54" O

Figura 2

Rosa de vientos



Nota. La imagen muestra la dirección de los vientos en la ciudad de Bogotá.

Con la ubicación del proyecto es posible identificar cuál es la dirección del viento predominante incidente en la edificación, representada gráficamente en la parte superior del enunciado, esto con el fin de evaluar si la fachada del proyecto puede aprovechar la ventilación natural y determinar el mejor aprovechamiento de la misma en la propuesta diseñada.

Ahora bien, la gráfica permite deducir que la dirección del viento predominante Nor-Este puede favorecer el ingreso de ventilación natural al proyecto mediante un diseño adecuado en su fachada principal.

7.2 Datos climáticos

Ya que se presentan situaciones que permiten suponer discomfort térmico y acústico en los usuarios del edificio, los datos climáticos del lugar donde se encuentra ubicado el proyecto son concluyentes e indispensables para definir qué temperatura, humedad y vientos, rodean el edificio para beneficiarlo o afectarlo.

Temperatura

Tabla 1

Datos climáticos de temperatura

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)												
ESTACIÓN : 2120559 APTO GUAYMARAL												
Latitud	4° 47' 27,6" N	X=N=1021540	Departamento	BOGOTÁ	Corriente	R. BOGOTÁ	Categoría	CP				
Longitud	74° 3' 12,4" W	Y=E=1002670	Municipio	SANTAFÉ DE BOGOTÁ		R. BOGOTÁ	Fecha Instalación	8/01/1965				
Elevación	2603 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ			Fecha Suspensión	38353				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2014	14,5	14,3	14,5	13,7	17,2	13,4	13,6	13,2	13,4	13,9	14,1	13,7
2015	13,8	14,5	15,1	15,2	14,5	13,7	13,9	14	14	14,4		
2016				15,6	14,6	13,7	13,7	13,7	13,7	14,6	14,2	14
2017	13,3	13,1	13,3	13,1	13,6	12,9	13	13,3	13,4	14	13,7	13,9
2018	13,5	14,4	14,3	14,4	14	12,7	13,5	13,3	14,3	14,8	14,9	14
VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)												
2014	26,5	25,3	25,3	24,8	27,9	23,2	21,6	22,5	25,6	23,6	24,5	29,5
2015	25,2	25,3	25	23,2	27,2	21,7	24,1	23,9	26,3	26,3		
2016				24,4	24,2	23,3	21,4	22,2	23,9	25,7	25,4	23,1
2017	22,8	25	25,3	23,9	23,1	23,8	24,9	24,6	23,4	26,5	25,7	24,5
2018	23,7	24,4	24,2	23,2	24	22	24,1	21,3	23,8	24,1	23,4	23,9
VALORES MÍNIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)												
2014	2,5	3,1	2,9	2,5	3,9	3,2	3,3	2,5	4,1	5,9	5,8	-0,5
2015	-2	1	4	3	6,5	4,9	-3	5,4	3,1	5,4		
2016				7,9	7,9	6,4	6,3	4,6	0,6	2,8	7	5,1
2017	1,6	2,6	5,3	2	5,5	5	5,5	3,3	4,2	5,7	3,8	3,4
2018	2,8	5	3,6	7,3	6	4	4,5	2,7	5,1	6,7	7,7	3,7

Nota. La tabla muestra los promedios de temperatura en la ciudad de Bogotá Tomado de Histórico de series hidrometeorológicas, Corporación Autónoma Regional CAR, 2019, <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>. CC

Haciendo referencia a la tabla 1, se observan los valores medios, máximos y mínimos de temperatura, en la ciudad de Bogotá, promedios mensuales en un periodo de cinco años los cuales son fundamentales para determinar la temperatura exterior y poder establecer la temperatura interior de la edificación en las simulaciones y en la propuestas de solución. Se identifica que en el periodo del año 2018 la temperatura media oscila entre los 13,5°C – 14,9°C, la temperatura máxima entre los 23,7°C – 24,1°C y la temperatura mínima entre los 2,7°C – 6,7°C.

Humedad

Tabla 2

Datos climáticos de humedad relativa

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)												
ESTACIÓN : 2120559 APTO GUAYMARAL												
Latitud	4° 47' 27,6" N	X=N=1021540	Departamento	BOGOTÁ	Corriente	R. BOGOTÁ	Categoría	CP				
Longitud	74° 3' 12,4" W	Y=E=1002670	Municipio	SANTAFÉ DE BOGOTÁ		R. BOGOTÁ	Fecha Instalación	8/01/1965				
Elevación	2603 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ			Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2014	66	68	71	70	72	74	77	79	79	81	82	73
2015	74	77	71	76	78	81	79	79	75	78		
2016				81	83	82	80	79	82	81	86	81
2017	81	82	83	82	88	85	86	80	83	80	83	80
2018	79	77	79	85	85	85						
VALORES MÍNIMOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)												
2014	22	26	28	30	30	32	37	33	31	45	37	28
2015	29	27	36	42	28	49	41	45	37	40		
2016				43	43	38	47	42	40	42	46	42
2017	32	13	46	41	56	51	45		59	34	43	29
2018	37	37	31	55	53	55						

Nota. La tabla muestra los promedios de humedad en la ciudad de Bogotá Tomado de Histórico de series hidrometeorológicas, Corporación Autónoma Regional CAR, 2019, <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>. CC

Ahora bien, en la tabla 2 se observan los valores medios y mínimos de humedad relativa promedios mensuales en la ciudad de Bogotá en un periodo de cinco años los

cuales son fundamentales para determinar la temperatura interior del edificio ya que la humedad relativa está directamente relacionada con la temperatura del lugar y el confort térmico del mismo. Se concluye que en el periodo del año 2017 la humedad relativa media oscila entre 81 – 88% y mínima entre 32 – 59%

Velocidad del Viento

Tabla 3

Datos climáticos de vientos

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MENSUALES DE DIRECCIÓN PREDOMINANTE Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (m/seg)													
ESTACIÓN : 2120559 APTO GUAYMARAL													
Latitud	0449 N	X=N=1023950	Departamento	BOGOTÁ	Corriente	R. BOGOTÁ	Categoría	CP					
Longitud	7405 W	Y=E=1001550	Municipio	SANTAFÉ DE BOGOT		R. BOGOTÁ	Fecha Instalación	8/01/1965					
Elevación	2560 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ -			Fecha Suspensión	38353					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2001	SW	1,8 SW	1,9 SW	1,6 SW	1,8 SW	1,7 SW	1,7						
2002	SW	1,7 SW	1,6 SW	1,6 SW	1,4 SW	1,5 SW	1,8 W	1,7 SW	1,7 SW	1,5 S	1,4 S	1,4	
2007			SW	1,5 SW	1,6 SW	1,7 NW	2,1 NW	2,3 NW	2,2 NW	2,3 S	1,6 N	1,3 S	1,5
2008	S	1,8 S	1,9 E	1,6 S	1,6 NW	1,8 NW	2,1 W	2 W	1,8 W	1,9 S	1,7 S	1,4 S	1,6
2009	S	1,6 S	1,7 S	1,6 NW	1,8 S	1,9 NW	2	NW	2,8 NW	2,2 S	1,9 S	1,7 S	1,8
2010	N	2 E	2,1 E	2,1 N	1,7 SW	1,7 N	2,1 N	1,9 N	2,1 N	1,6 N	1,7 SW	1,5 SW	1,5
2011	SW	1,8 SW	1,8 SW	1,7 E	1,6 N	1,7 N	2 W	2 N	2,1				
2012					NE	2,2 NE	2,2 E	2,2 N	2,1 N	2,2 N	1,9 N	1,7 N	1,8
2013	N	2,1 N	1,8 N	1,8 N	1,7					NE	1,8 NE	1,6 NE	1,6
2014	NE	1,8 NE	1,8										

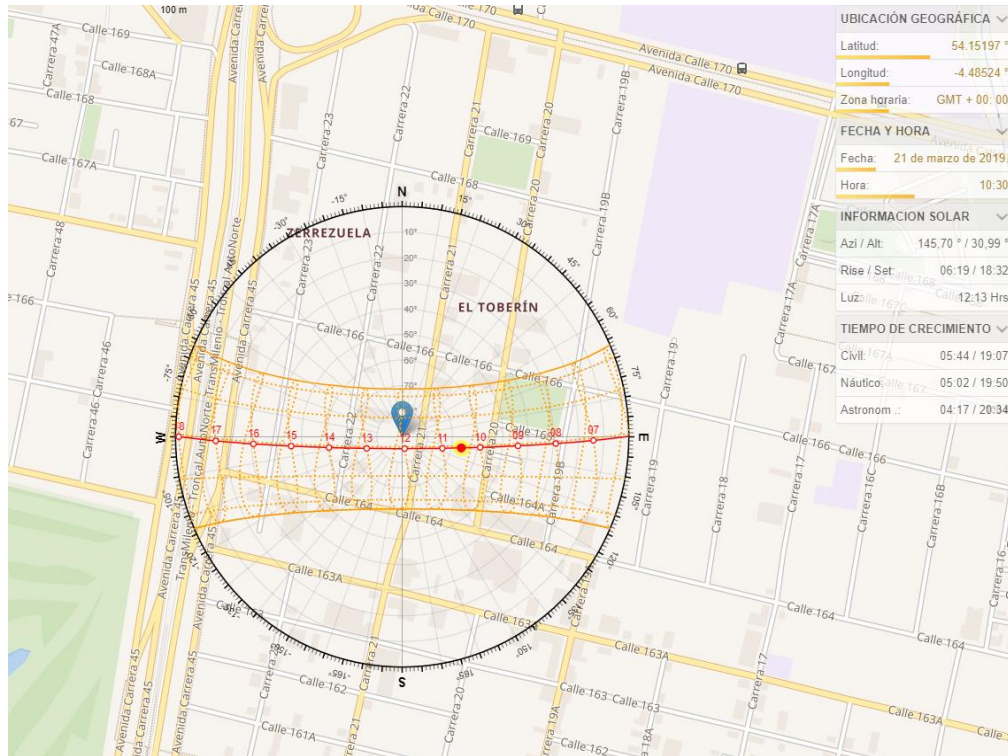
Nota. La tabla muestra los promedios de los vientos en la ciudad de Bogotá Tomado de Histórico de series hidrometeorológicas, Corporación Autónoma Regional CAR, 2019, <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>. CC

En cuanto a la tabla 3, se observan los valores de velocidad del viento promediados mensualmente en la ciudad de Bogotá durante un periodo de diez años, los cuales son fundamentales para determinar la temperatura interior del edificio y las renovaciones de aire del lugar, puesto que la existencia de estas corrientes de aire en la edificación podrían contribuir a la disminución de la temperatura en el interior de la edificación al ser aprovechadas en la circulación de aire, o por el contrario, sin estas se contribuiría al aumento de la temperatura en el interior del proyecto.

Trayectoria solar específica sobre proyecto

Figura 3

Trayectoria solar



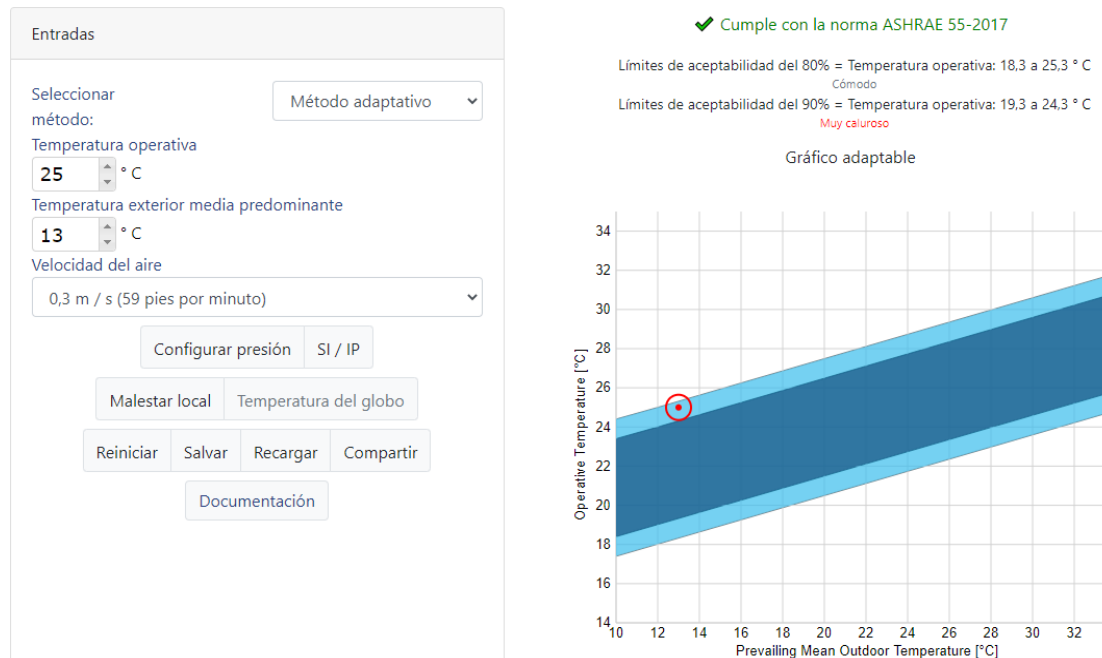
Nota. La imagen muestra la trayectoria solar sobre el proyecto. Tomado de Sun Earth Tools 2019

En la figura 3, se muestra cual es la trayectoria solar respecto al proyecto en el periodo de un año con la aplicación Sun Earth Tools, esto con el fin de identificar cuánto tiempo puede estar expuesta la edificación a los rayos del sol e identificar la ubicación del sol en un día o mes del año específico. Esta trayectoria es útil para identificar y aprovechar la iluminación natural en el proyecto en la propuesta de solución.

Rango de confort adaptativo

Tabla 4

Rango de confort adaptativo



Nota. La tabla muestra el rango de confort adaptativo aceptable para espacios interiores.

El método es aplicable solo para espacios acondicionados naturalmente controlados por ocupantes que cumplan con todos los siguientes criterios: (a) No hay ningún sistema de enfriamiento mecánico instalado. No hay sistema de calefacción en funcionamiento; (b) tasas metabólicas que van desde 1.0 hasta 1.3 se reunieron; y (c) los ocupantes son libres de adaptar su ropa a las condiciones térmicas interiores y / o exteriores dentro de un rango al menos tan amplio como 0.5-1.0 clo.

Se empleara el modelo adaptativo mediante la herramienta de Confort Térmico CBE de ASHRAE 55 la cual con una temperatura predominante exterior de 13°C identificado en la Tabla 1 de valores medios de temperatura en la ciudad de Bogotá, nos sugiere el rango de confort adaptativo para el interior de la oficina entre 18,3 a 25,3°C para el 80% de aceptabilidad de los ocupantes en el periodo de un año, es así que este es el punto de partida para determinar si la oficina en estudio se encuentra dentro del rango adaptativo de 25°C o de lo contrario ratificar con las mediciones y simulaciones por qué los funcionarios se sienten en disconfort térmico en este lugar.

La selección de ASHRAE 55 es aplicable para esta investigación en cuanto al confort adaptativo (Fanger, 1970, p3), pues sugiere la temperatura ideal para espacios naturalmente ventilados, de manera diferenciada a otras normativas que sugieren la temperatura ideal para espacios mecánicamente ventilados como:

-El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) que sugiere la temperatura operativa de 23°C a 25°C en verano y 21°C a 23°C en invierno. (Rite, 2017, p51)

-El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) el cual sugiere la temperatura operativa de 23°C a 26°C en verano y 20°C a 24°C en invierno. (Trabajo, 2001, p13)

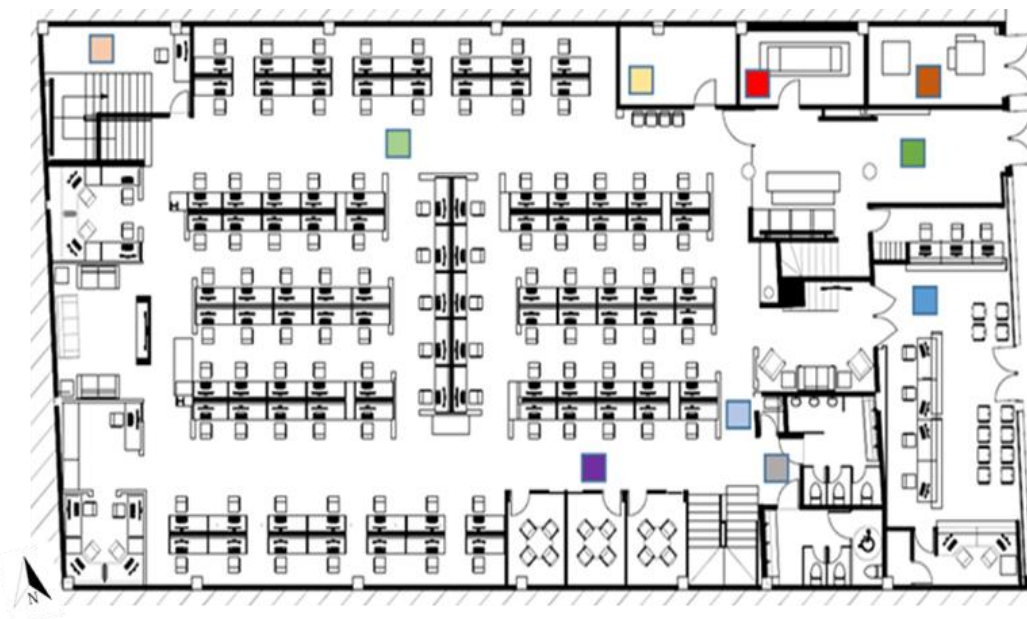
7.3 Descripción del proyecto

Planimetría y programa arquitectónico

El proyecto comprende una edificación de tres plantas en un lote medianero de 657 m², oficina con concepto abierto, mobiliario en madecor y divisiones en vidrio templado de seis milímetros, el cual se ira describiendo tras la presentación de la planimetría y el programa arquitectónico.

Figura 4

Planta primer nivel proyecto

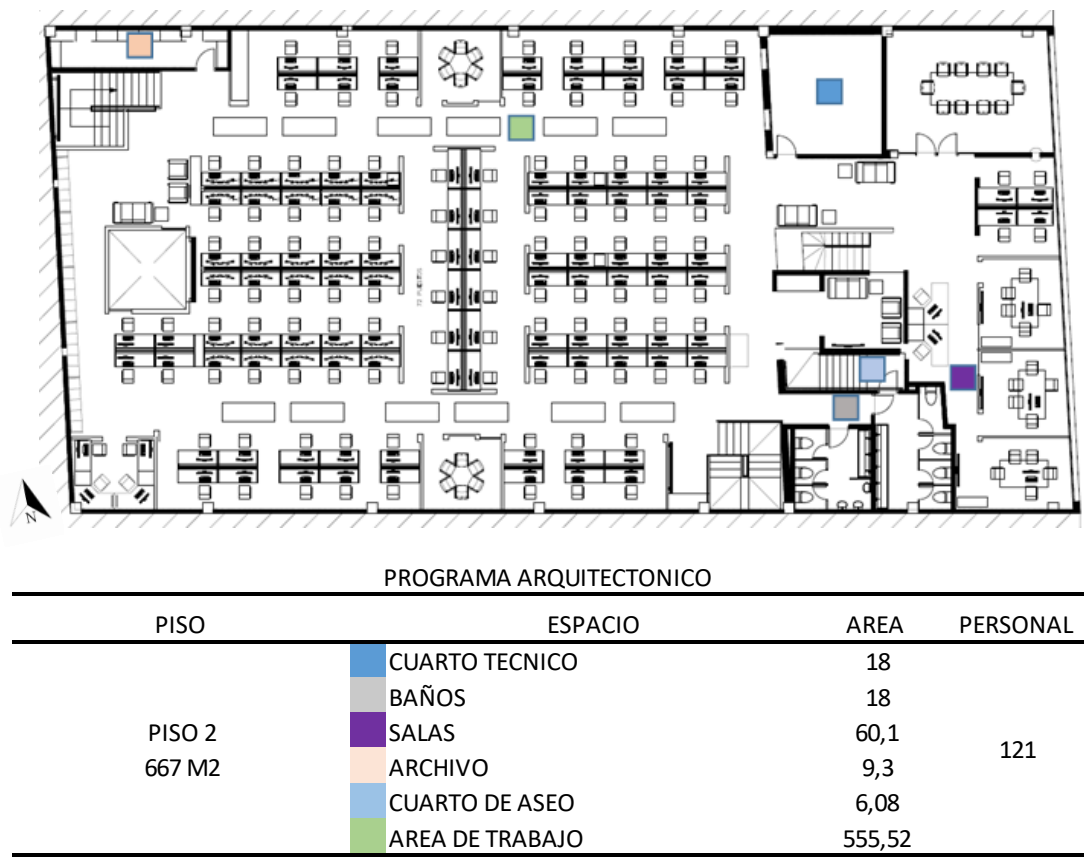


PROGRAMA ARQUITECTONICO			
PISO	ESPACIO	AREA	PERSONAL
PISO 1 657 M2	FRON DE ATENCION	62,04	112
	RECEPCION	15,66	
	CUARTO TECNICO	11,24	
	PLANTA ELECTRICA	11,27	
	SUB ESTACION	12,77	
	BAÑOS	22,3	
	SALAS	19,94	
	ARCHIVO	15,39	
	CUARTO DE ASEO	1,2	
	AREA DE TRABAJO	485,19	

Nota. Programa arquitectónico oficina piso 1

En primer lugar, se encuentra la figura 4, correspondiente a la planta de primer nivel la cual se encuentra conformada por un espacio confinado, un área de trabajo abierta con gran ocupación de personal, donde se aprecia que las ventanas están ubicadas en la fachada, siendo esta la única parte por la cual puede ingresar iluminación y ventilación natural hacia el proyecto.

Figura 5
Planta segundo nivel proyecto



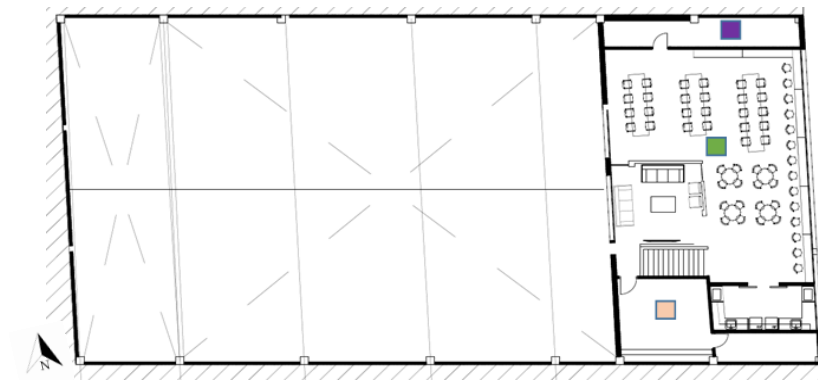
PROGRAMA ARQUITECTONICO			
PISO	ESPACIO	AREA	PERSONAL
PISO 2 667 M2	CUARTO TECNICO	18	121
	BAÑOS	18	
	SALAS	60,1	
	ARCHIVO	9,3	
	CUARTO DE ASEO	6,08	
	AREA DE TRABAJO	555,52	

Nota. Programa arquitectónico oficina piso 2

En segundo lugar, se encuentra la planta del segundo nivel, un espacio confinado con un área de trabajo abierta, también con afluencia considerable de personal y ventanas únicamente en la fachada, siendo esta la única parte por la cual puede ingresar iluminación y ventilación natural hacia el proyecto.

Figura 6

Planta tercer nivel proyecto



PROGRAMA ARQUITECTONICO			
PISO	ESPACIO	AREA	PERSONAL
PISO 3 149 M2	CAFETERIA	108,17	
	ARCHIVO	26,96	
	CUARTO MAQUINAS	13,87	

Nota. Programa arquitectónico oficina piso 2

Finalmente, en la planta tercer nivel, se encuentra un espacio confinado con ventanas únicamente en la fachada, siendo esta la única parte por la cual puede ingresar iluminación y ventilación natural hacia el proyecto.

Imágenes proyecto

En este apartado se presentarán imágenes que acompañadas con una breve descripción clarificarán algunas dudas indispensables para la realización del proyecto.

Figura 7

Fachada proyecto



Nota. Fachada proyecto

En la figura 7, Fachada proyecto, se observa la proporción de las ventanas por la cual entra iluminación y ventilación natural al proyecto.

Figura 8

Contexto proyecto



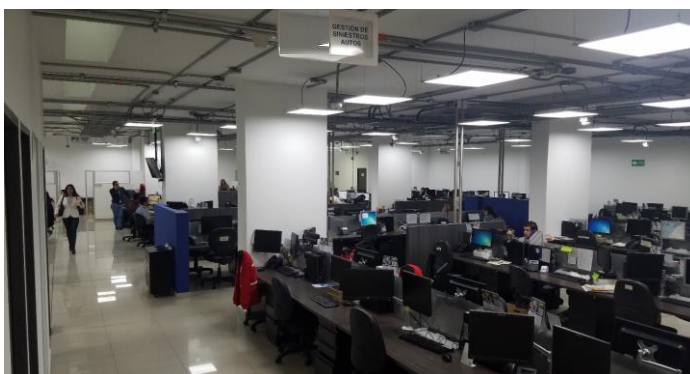
Nota. Contexto proyecto vista sur y vista norte

En cuanto a la figura 8, Contexto del edificio, se observa que la altura de las construcciones aledañas es predominante a 4 pisos. Además, se puede observar que el proyecto se encuentra sobre una vía secundaria por la cual transitan vehículos particulares y de servicio público, lo que correspondería a una causal de ruido permanente sobre la edificación.

Ahora bien, en términos de materialidad de la construcción se realizará una descripción por planta.

Figura 9

Primer nivel proyecto



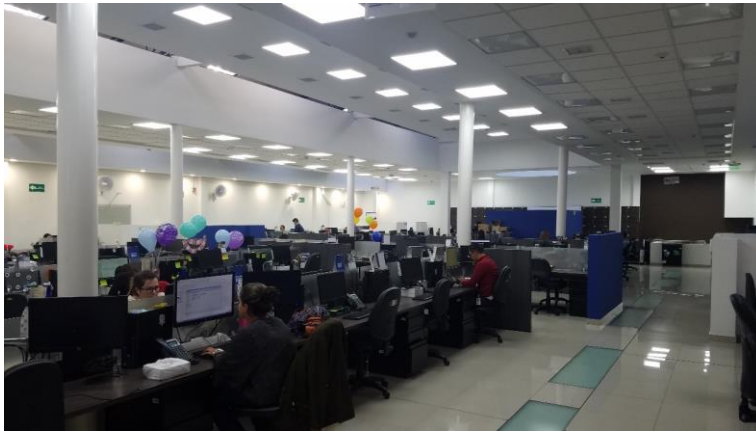
Nota. Vista interior proyecto primer nivel

Materiales

- Piso en porcelanato formato 0.60x0.60 color beige
 - Placa de entepiso en concreto aligerado con casetón
 - Muros perimetrales en bloque número 5 pañetado
 - Muros divisorios salas en drywall con aislante acústico (fibra de vidrio)
- Altura 3.31 m

Figura 10

Segundo nivel proyecto



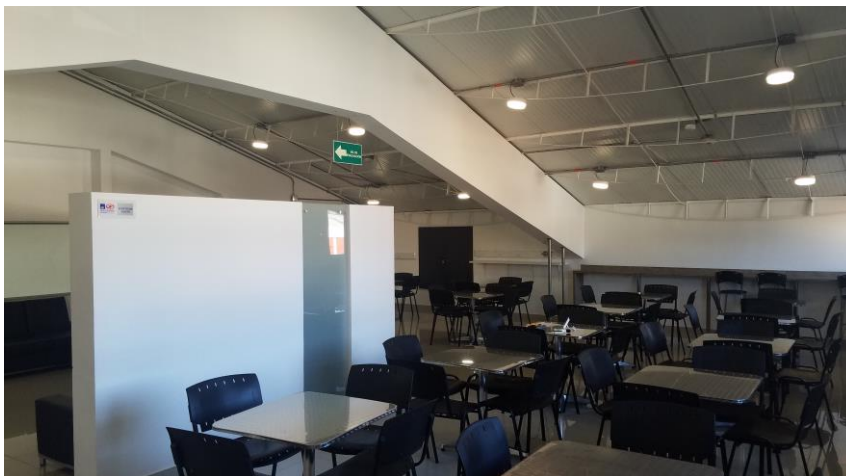
Nota. Vista interior segundo nivel proyecto

Materiales

- Piso en porcelanato formato 0.60x0.60 color beige
 - Muros perimetrales en bloque número 5 pañetado
 - Muros divisorios salas en drywall con aislante acústico
 - Pintura muros en vinilo color blanco
- Altura cielo raso en drywall 4.39 m
Altura cielo raso en fibra mineral 3.45 m
Cubierta arquitectónica (metálica)

Figura 11

Tercer nivel proyecto



Nota. Vista interior proyecto tercer nivel

Materiales

- Piso en porcelanato formato 0.60x0.60 color beige
 - Muros perimetrales en bloque número 5 pañetado
 - Muros divisorios sala en drywall
 - Pintura muros en vinilo color blanco
- Altura cubierta en la cumbrera 3.50
Cubierta arquitectónica (metálica)

7.4 Encuesta a funcionarios

Para determinar las razones del discomfort de los ocupantes en el edificio, fue necesario realizar una encuesta, la cual fue aplicada a 20 funcionarios tiempo completo, distribuidos en el primer y segundo nivel de la edificación de forma aleatoria durante su jornada laboral; esta encuesta fue diseñada de manera estructurada, con 5 preguntas directas que permitieron a los encuestados diligenciar el instrumento de forma personal y objetiva respecto a su percepción del espacio de acuerdo al confort térmico y acústico de su lugar de trabajo.

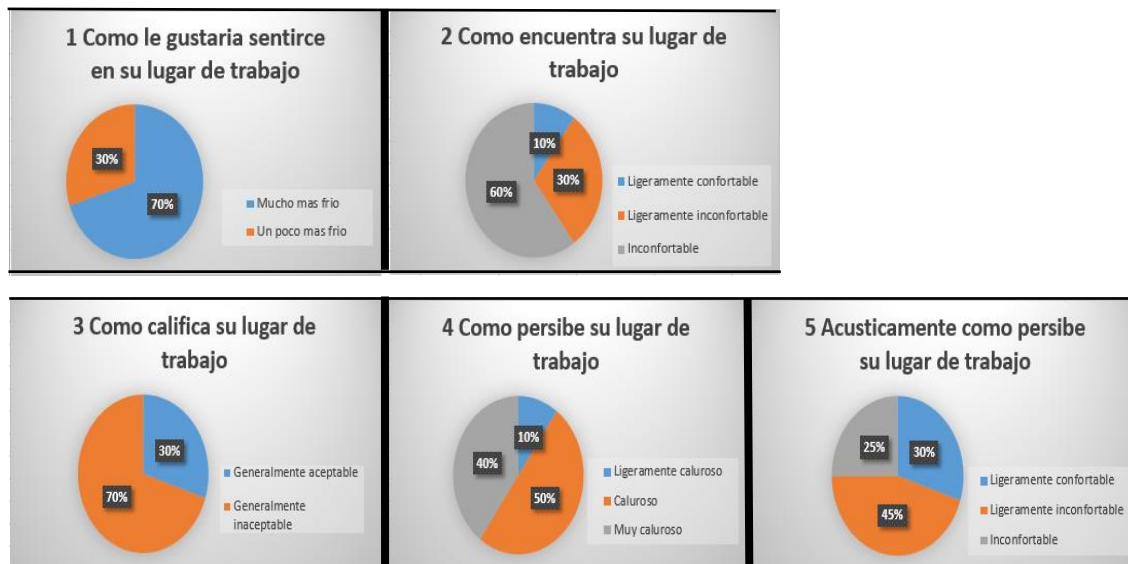
Este estudio, la aplicación de la encuesta, fue realizado con fines académicos, en ese sentido, se aplicaron los principios de confidencialidad de la información. Por otra parte, respecto a la formulación de la encuesta y su formato, son de autoría propia teniendo como referente la publicación del instituto nacional español de seguridad e higiene en el trabajo NPT 290. (Trabajo, 2019, p2)

Finalmente, para la sistematización de resultados, se hizo necesario un proceso de tabulación que fue realizado de manera digital a través de una matriz de Excel, lo que permitió promediar los resultados y representarlos de forma gráfica.

7.4.1 Resultados.

Figura 12

Tabulación grafica encuesta



Nota. Porcentajes respuestas encuesta a funcionarios

En cuanto a los resultados de la encuesta y tras la tabulación de datos, se evidencia que los funcionarios preferirían sentir su lugar de trabajo mucho más frío, constatado por un 70% de los encuestados, por otra parte, el 60% se sienten inconfortables, calificando su lugar de trabajo como generalmente inaceptable en un 70% y percibiéndolo como caluroso en un 50%. En cuanto a la acústica, los encuestados perciben su lugar de trabajo como ligeramente inconfortable -45%- e inconfortable -25%-. Con lo anterior se vuelve evidente la posición del personal frente a su lugar de trabajo, un lugar que no se siente confortable teniendo en cuenta las dos variables determinantes de este estudio, el confort térmico y acústico del lugar.

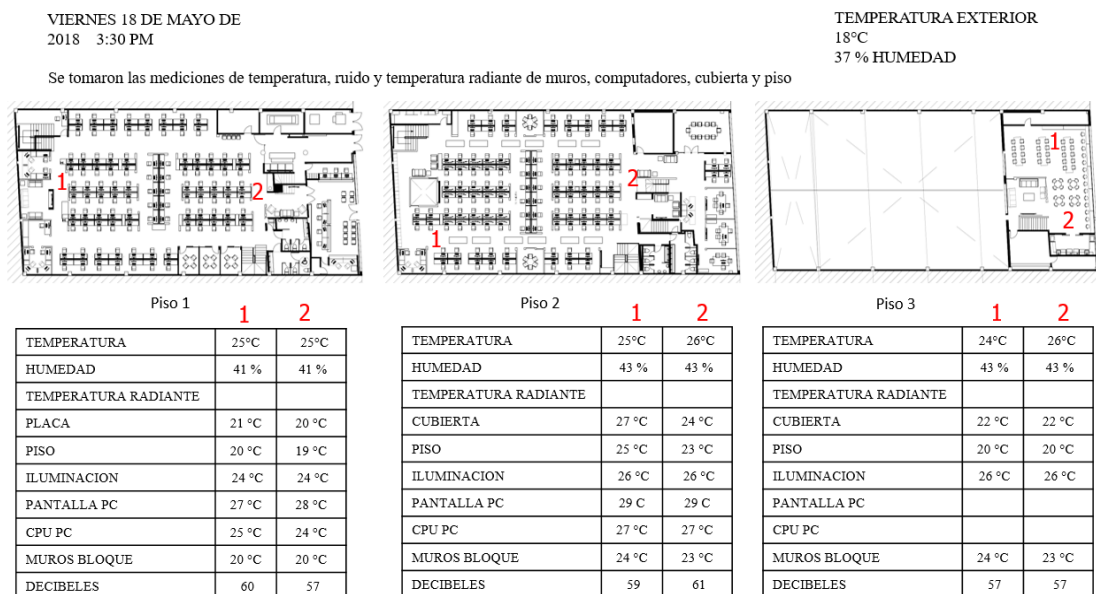
7.5 Mediciones en campo

De igual manera, y con el fin de evidenciar las causales del discomfort térmico y acústico de los funcionarios se hizo necesaria la realización de algunas mediciones en campo, entre ellas: la temperatura del aire, la humedad, la velocidad del viento y la temperatura radiante de equipos: iluminación, cerramientos (muros y cubierta), placa de piso y entrepiso; como también de la acústica del lugar.

A continuación, se muestran los resultados de las mediciones realizadas en campo, para ello se definieron puntos de medición numerados en la planimetría, ubicados en diferentes partes de la edificación para evaluar estos aspectos en la totalidad del edificio.

Figura 13

Primera medición en campo



Nota. Los puntos de medición están enumerados en color rojo en la planimetría del lugar.

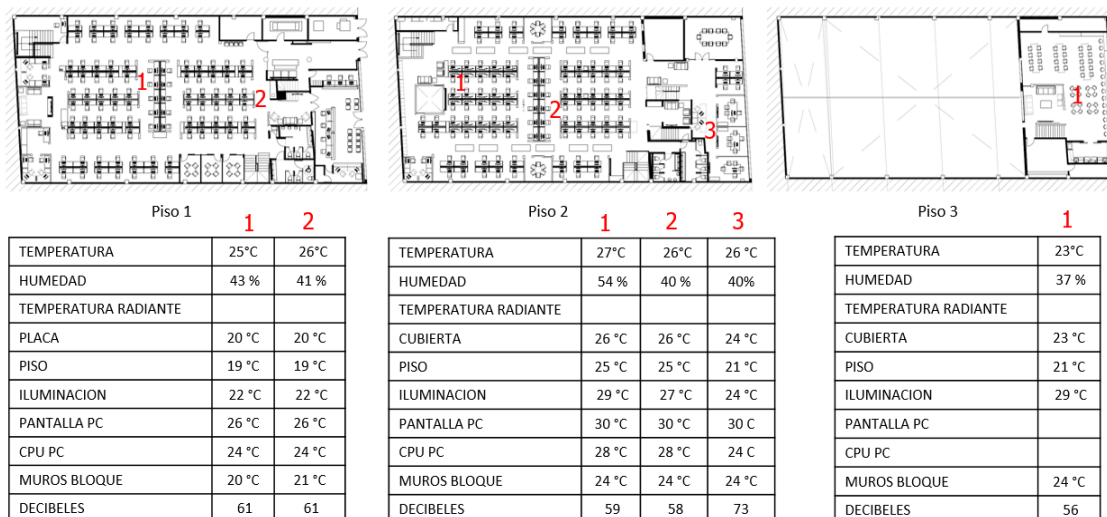
Figura 14

Segunda medición en campo

MARTES 21 DE AGOSTO DE
2018 4:00 PM

TEMPERATURA EXTERIOR 19 °C
38 % HUMEDAD

Se tomaron las mediciones de temperatura, ruido y temperatura radiante de muros, computadores, cubierta y piso



Nota. Los puntos de medición están enumerados en color rojo en la planimetría del lugar.

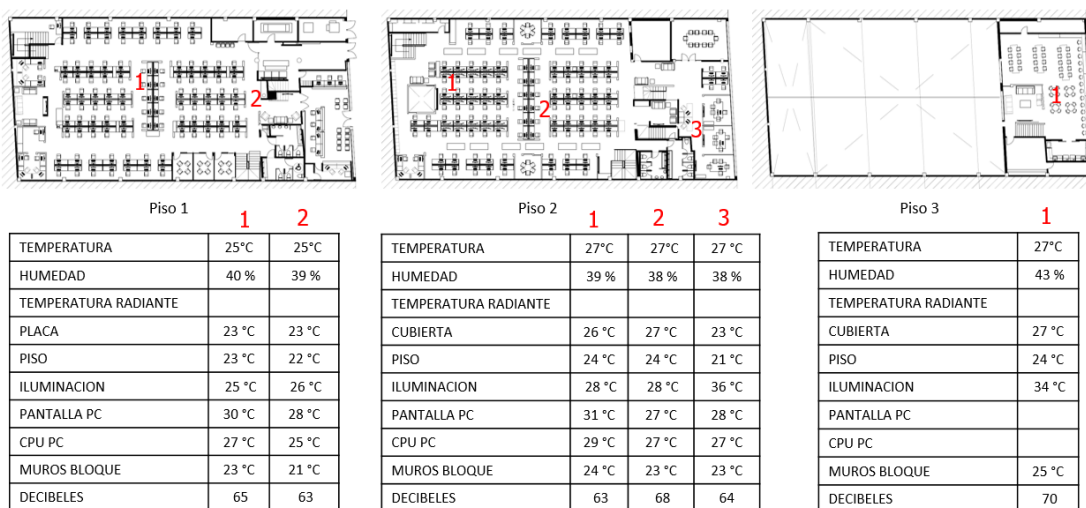
Figura 15

Tercera Medición en campo

LUNES 29 DE OCTUBRE DE 2018
1:00 PM

TEMPERATURA EXTERIOR 22 °C
37 % HUMEDAD
VIENTOS DE 0.8 – 2.5 m/s

Se tomaron las mediciones de temperatura, ruido y temperatura radiante de muros, computadores, cubierta y piso



Nota. Los puntos de medición están enumerados en color rojo en la planimetría del lugar.

7.5.1 Promedio mediciones térmicas

Tras la obtención de los resultados de las mediciones en campo, se procedió a promediarlas buscando obtener un valor de partida con el cual determinar en qué condiciones se encuentra cada nivel de la oficina, para ello se realizó una tabla en la que se determinó el valor de cada una de las variantes y elementos.

Tabla 5

Promedio mediciones en campo

Primer Nivel		Segundo Nivel		Tercer Nivel	
Temperatura	25°C	Temperatura	27°C	Temperatura	25°C
Humedad	40%	Humedad	42%	Humedad	41%
Temperatura radiante		Temperatura radiante		Temperatura radiante	
Placa	21°C	Placa	26°C	Placa	24°C
Piso	20°C	Piso	24°C	Piso	21°C
Iluminación	23°C	Iluminación	28°C	Iluminación	29°C
Pantalla PC	27°C	Pantalla PC	29°C	Pantalla PC	
CPU PC	25°C	CPU PC	27°C	CPU PC	
Muros bloque	21°C	Muros bloque	24°C	Muros bloque	24°C
Decibeles		Decibeles		Decibeles	
	61		63		60

Nota. Tabulación promedio de las mediciones realizadas en campo.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta la tabla 5, se observan los promedios resultantes de las tres mediciones realizadas en campo, promedios con los que se logrará evaluar el rango de confort adaptativo y la condición sonora de la oficina según la normatividad, y así determinar el punto de partida en busca del confort térmico y acústico de la misma.

Es así que, el rango de confort adaptativo con una temperatura exterior de 13°C, es de 18,3 a 25,3°C para el 80% y 19,5 a 24,3°C para el 90% de aceptabilidad durante el año (Tabla 4), sugerido por el ASHRADE 55, encontramos que el promedio de las mediciones de temperatura interior corresponde a 27°C en el segundo nivel de la

edificación y 25°C en los niveles restantes grados que están en el límite y por encima del rango de confort adaptativo de 25°C sugerido por el ASHRAE 55, lo que permite corroborar el disconfort de los ocupantes respecto a la temperatura del lugar.

7.5.1.1 Equipos de medición en campo:

Figura 16

Equipo de medición



Nota. Datalogger y termómetro para medir la temperatura.

Figura 17

Equipo de medición



Nota. Anemómetro para medir la velocidad del viento.

Figura 18

Equipo de medición



Nota. Termómetro de infrarrojo para la medición de las superficies.

7.5.2 Promedio mediciones acústicas

Respecto a los niveles sonoros al interior del edificio la normatividad muestra lo siguiente:

Tabla 6

Rango decibeles permitidos resolución 6918 de 2010

Edificación Receptora / uso de suelo	Nivel equivalente de ruido en dB(A)	
	P e r i o d o Diurno	P e r i o d o Nocturno
Edificaciones de uso Residencial	55	45
Edificaciones de uso Institucional (Oficinas Públicas y/o Privadas)	55	45
Edificaciones de usos Dotacionales contempladas en el POT	55	45
Áreas comunes en edificaciones destinadas a actividades comerciales	70	70

Nota. Resolución 6918 de 2010.

Teniendo en cuenta lo anterior y los promedios resultantes en las mediciones, se puede observar un rango de 60 a 63 decibeles, cifra que se encuentra por encima de lo permitido según la normatividad enunciada en la tabla 6, corroborando así el discomfort acústico de los ocupantes en los tres niveles de la edificación.

De igual manera, es posible realizar un comparativo respecto a la normativa internacional de las curvas de confort acústico Curvas NC (curvas de niveles de ruido) (Giani, 2013, p49) las cuales permiten relacionar el aspecto del ruido con la perturbación que produce el desarrollo de una actividad determinada a la sensibilidad del oído por medio de una frecuencia, las Curvas NC establecen los siguientes parámetros para diferentes lugares:

Tabla 7

Rango de confort acústico curva NC

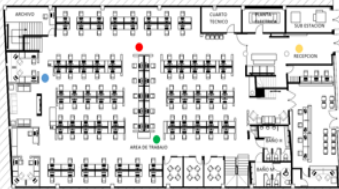
Tipo de interior								Márgenes acústicos en dB(a)		Márgenes curvas NC	
Oficinas											
Salas de consejos								25 - 35		20 - 30	
Salas de conferencias								30 - 40		25 - 35	
Oficinas generales, salas de diseño								40 - 55		35 - 50	
Vestíbulos y corredores								40 - 55		35 - 50	
Salas de computadoras								45 - 65		40 - 50	
Freq(Hz)	NC-15	NC-20	NC-25	NC-30	NC-35	NC-40	NC-45	NC-50	NC-55	NC-60	NC-65
63	47	51	54	57	60	64	67	71	74	77	80
125	36	40	44	48	52	56	60	64	67	71	75
250	29	33	37	41	45	50	54	58	62	67	71
500	22	26	31	35	40	45	49	54	58	63	68
1000	17	22	27	31	36	41	46	51	56	61	66
2000	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64
4000	12	17	22	28	33	38	43	48	53	58	63
8000	11	16	21	27	32	37	42	47	52	57	62

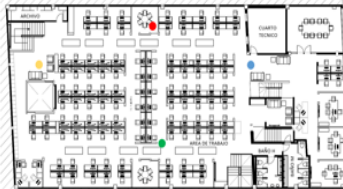
Nota. Curva NC.

Es así que se realizó una medición con la aplicación Sound Analyzer App en bandas de octava para identificar las frecuencias y realizar un comparativo de lo existente con la tabla anterior.

Tabla 8

Medición de campo en bandas de octava







Piso 1

Piso 2

Piso 3

50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	DECIBELES
0	2	13	25	34	31	40	40	39	42	51	45	47	46	42	41	40	39	36	35	31	30	55
7	13	21	32	32	39	36	40	41	45	46	44	41	40	41	40	38	38	40	35	33	26	53
2	15	26	26	38	30	43	35	32	40	42	45	45	38	37	36	39	33	31	26	24	26	51
3,00	10,00	20,00	27,67	34,67	33,33	39,67	38,33	37,33	42,33	46,33	44,67	44,33	41,33	40,00	39,00	39,00	36,67	35,67	32,00	29,33	27,33	53,00

50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	DECIBELES
2	5	10	16	25	26	35	36	36	41	46	45	50	45	42	45	43	40	38	40	42	38	55
1	3	4	12	23	25	30	38	38	40	46	41	41	40	40	38	37	31	30	28	27	28	51
0	5	7	20	26	25	30	35	38	44	44	41	40	38	39	36	36	33	30	28	25	25	50
1,00	4,33	7,00	16,00	24,67	25,33	31,67	36,33	37,33	41,67	45,33	42,33	43,67	41,00	40,33	39,67	38,67	34,67	32,67	32,00	31,33	30,33	52,00

50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	DECIBELES
4	8	16	29	32	38	44	48	47	50	56	51	50	46	46	50	48	55	45	39	36	30	63
5	14	21	24	28	41	49	54	52	59	56	54	59	59	55	57	53	53	48	48	43	34	66
8	16	15	23	31	33	43	46	41	47	54	54	58	56	56	52	48	45	41	40	37	31	64
5,67	12,67	17,33	25,33	30,33	37,33	45,33	49,33	46,67	52,00	55,33	53,00	55,67	53,67	52,33	53,00	49,67	51,00	44,67	42,33	38,67	31,67	64,33

Nota. Los puntos de medición están referenciados con colores en la planimetría del proyecto.

Como resultado de esta medición, se observa que de las bandas de 500 y 1000 Hz analizadas, las frecuencias se encuentran por encima del rango permitido en los tres niveles de la edificación, esta información determinará los niveles de pérdida de transmisión acústica (TL), buscando ubicarlos dentro del rango de confort acústico esperado para el interior de un espacio de este tipo y los requerimientos de los cerramientos en un proyecto como este, curva NC35 - NC50

7.5.2.1 Equipos de medición en campo:

Figura 19

Equipo de medición



Nota. Decibelímetro para medir los decibeles.

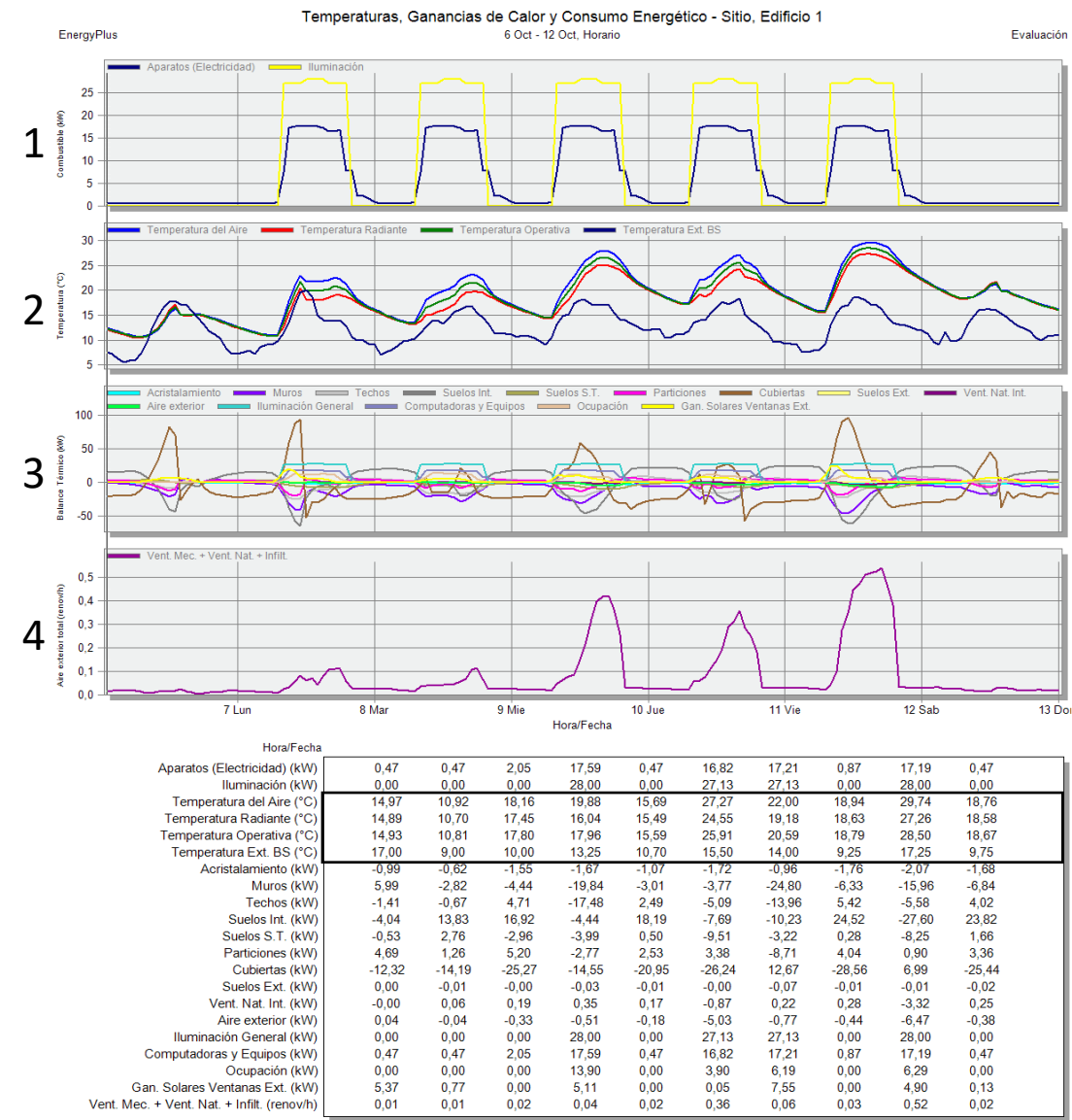
7.6 Simulación de condiciones bioclimáticas actuales edificación.

Con el fin de corroborar la información obtenida en las mediciones se procede a realizar una simulación en el programa DesignBuilder V 4.5.0 teniendo en cuenta las determinantes existentes del proyecto: la materialidad de la envolvente, las dimensiones reales de la edificación, la materialidad de los acabados, el mobiliario, las ventanas, entre otros.

Esta simulación permitirá identificar a manera de comprobación la temperatura operativa de la edificación, la cual servirá de guía para evaluar el comportamiento de la misma respecto al discomfort térmico de sus ocupantes.

Cabe resaltar que la simulación de la edificación se realizará en el periodo laboral de lunes a viernes en el horario de 8 am a 5 pm.

Tabla 9
Simulación de temperatura situación actual proyecto



Nota. Simulación realizada para la semana extrema de invierno del 06 – 12 de octubre de 2018.

Como resultados de la simulación, en la tabla 9, se muestran los datos obtenidos durante una semana extrema de invierno comprendida entre el 6 y el 12 de octubre, evidenciando así la temperatura, las ganancias de calor en el edificio y el consumo

energético, representados en las cuatro gráficas de la parte superior y los resultados en forma numérica de la parte inferior, apartados que se describirán a continuación:

En cuanto a la parte gráfica, esta está dividida en 4 segmentos, cada uno cuanta con parámetros diferentes:

-La primera, muestra las ganancias de calor de los aparatos eléctricos como computadoras e impresoras de la oficina y las ganancias de iluminación en este caso iluminación led de paneles de 0.60x0.60 distribuidos en la oficina, donde se identifica que gran parte de la ganancia de calor proviene de la iluminación artificial, evidenciando un comportamiento homogéneo en el transcurso de la semana simulada.

-La segunda, muestra la temperatura del aire, radiante, operativa y exterior de bulbo seco, identificando un aumento progresivo de la temperatura al avanzar la semana laboral ya que la oficina no presenta ocupación los fines de semana, en ese sentido, se observa que la temperatura del aire y la temperatura operativa alcanzan picos de 27°C y 30°C, cifras acordes con las mediciones en campo realizadas con instrumentos. Lo anterior evidencia un aumento progresivo de temperatura en el transcurso de la semana identificando los días miércoles, jueves y viernes como los de mayor temperatura, y por ende los días de aumento del discomfort térmico para los ocupantes de la edificación.

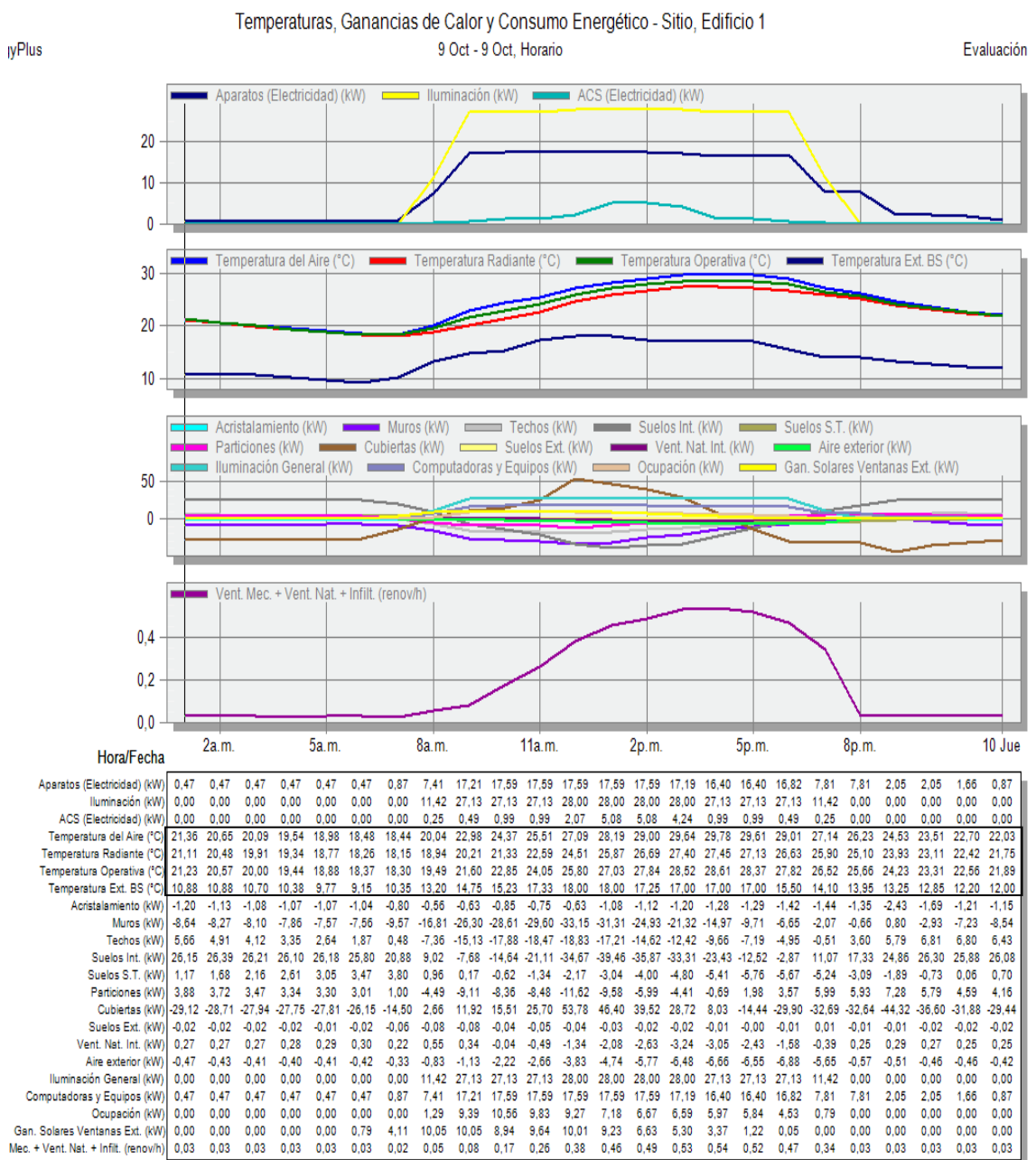
-La tercera, muestra el balance térmico de la edificación, identificando que la mayor ganancia de calor se representa en la cubierta, sugiriendo que, la existente, debe ser reemplazada por una cubierta con mejor comportamiento térmico.

-La cuarta, muestra la circulación de aire en el edificio, la cual es mínima en los dos primeros días de la semana, sin embargo, durante los tres restantes, revela una

circulación promedio 0.4 renovaciones por hora, simulación acorde con a las mediciones representadas en campo donde las renovaciones también eran mínimas.

Finalmente, en la parte inferior, se pueden evidenciar los resultados numéricos de las gráficas expresados en curvas, lo que permite hacer una lectura más clara de las mismas.

Tabla 10
Simulación de temperatura situación actual edificio



Nota. Simulación realizada para un día específico 09 de octubre de 2018.

Ahora bien, evidenciando específicamente los resultados obtenidos de la simulación ejecutada el día 9 de octubre, se encuentran rangos de temperatura operativa entre los 18 y 27°C acordes con las medidas realizadas en campo y que son representados en la tabla 10, cuatro gráficas de la parte superior y los resultados en forma numérica de la parte inferior, es así que tras el análisis se concluyó:

-En la primera gráfica se muestran las ganancias de calor de los aparatos eléctricos de la oficina y las ganancias por iluminación artificial, se identifica que las ganancias de calor por iluminación son constantes en el transcurso de la jornada de 9 am a 6 pm, siendo esta una consecuencia de la escasa iluminación natural en el proyecto, que contribuiría al aumento de temperatura en el interior de la edificación.

-En la segunda, se muestra la temperatura del aire, radiante, operativa y exterior de bulbo seco, donde se identifica un aumento progresivo en el transcurso de la jornada laboral -9 am a 5 pm-, llegando a los de 30°C, temperatura que aporta al discomfort térmico de los ocupantes.

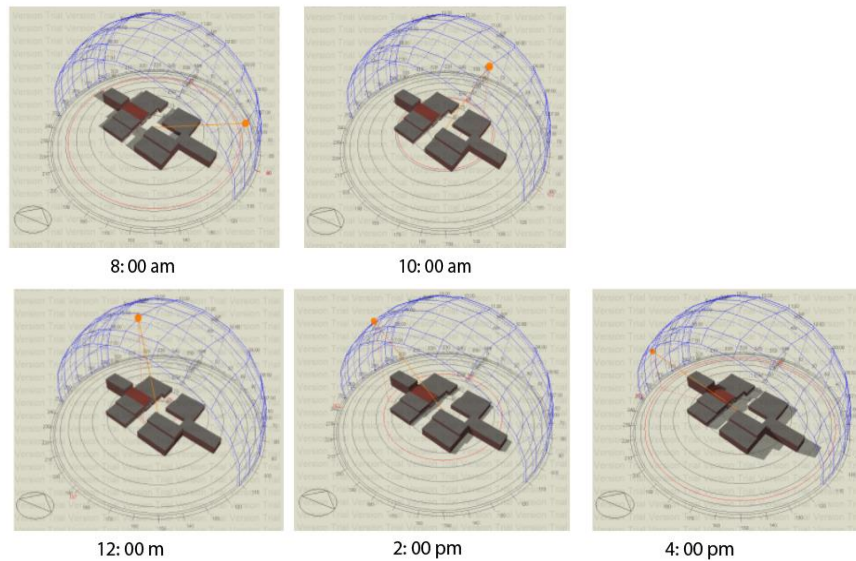
-En la tercera gráfica se muestra el balance térmico de la edificación, identificando que la cubierta es la mayor fuente de ganancia térmica en el horario de 12 m a 3 pm, lo que corrobora la trayectoria solar sobre la edificación.

-En la cuarta se muestra la circulación de aire en el edificio, identificando una circulación de aire de 0,4 renovaciones por hora de 12 m a 5 pm, renovaciones casi nulas en el interior del espacio.

Finalmente, en la parte inferior, se pueden evidenciar los resultados numéricos de las gráficas expresados en curvas, lo que permite hacer una lectura más clara de las mismas.

Figura 17

Trayectoria solar proyecto



Nota. Trayectoria solar durante un día específico (9 de octubre 2018)

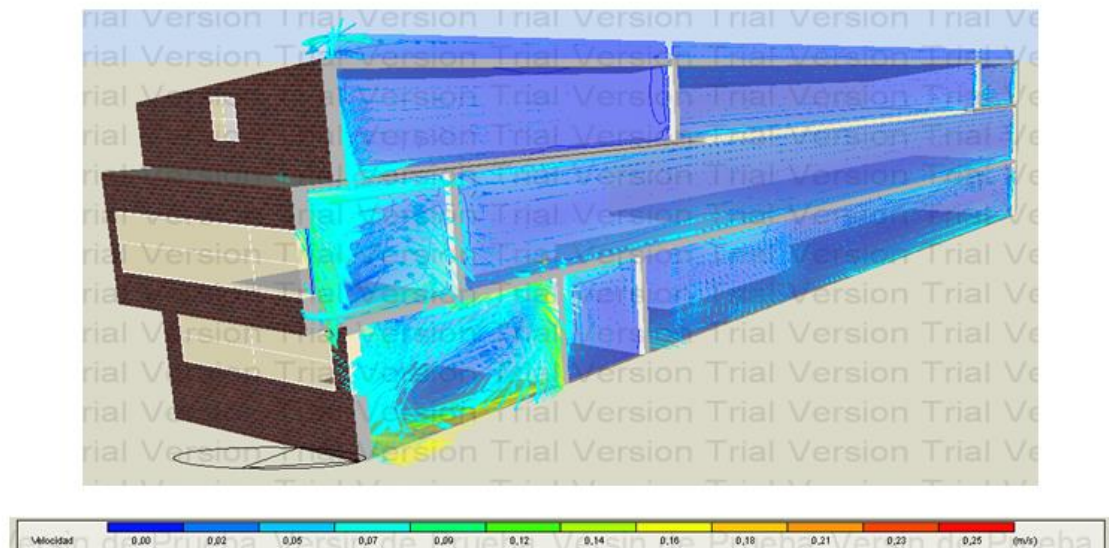
En cuanto a la trayectoria solar, la gráfica muestra que el edificio está expuesto a la radiación solar en gran parte del día, identificando que en horas de la mañana se puede aprovechar la iluminación natural por la fachada y en horas de la tarde la cubierta está expuesta a la radiación solar entre 10 am y 3 pm, lo que corrobora las ganancias de calor demostradas en la Tabla 10, motivo por el cual se empleará una cubierta con mejor comportamiento térmico en la propuesta de solución, teniendo en cuenta las ganancias de calor identificadas.

Vientos

En la rosa de vientos de la figura 2 muestra que la dirección predominante es en dirección nor-este con vientos que van entre los 1,6 y 3,3 m/s lo cual significa que los vientos se pueden aprovechar en la propuesta de solución con el fin de disminuir la temperatura interna de la edificación, es así que haciendo uso del programa DesignBuilder se posibilita simular el comportamiento de los vientos dentro y fuera de la edificación.

Figura 18

Simulación vientos proyecto existente

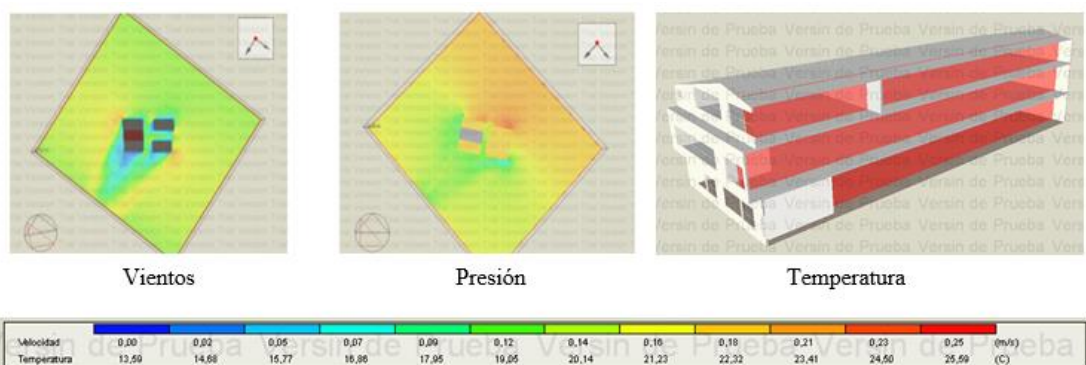


Nota. Corte longitudinal proyecto.

Por tanto, en la simulación de vientos en el interior del proyecto (figura 21) se observa que se generan remolinos de viento en los espacios que dan hacia la fachada, por las aperturas en las ventanas de un 30%. Sin embargo, en el fondo del espacio la circulación de aire se ve reducida causando que no exista un flujo de aire adecuado en esta área. Lo que sugiere una modificación de la fachada y posteriormente en los muros divisorios con el fin de mejorar la circulación de aire.

Figura 19

Simulación vientos, presión y temperatura proyecto



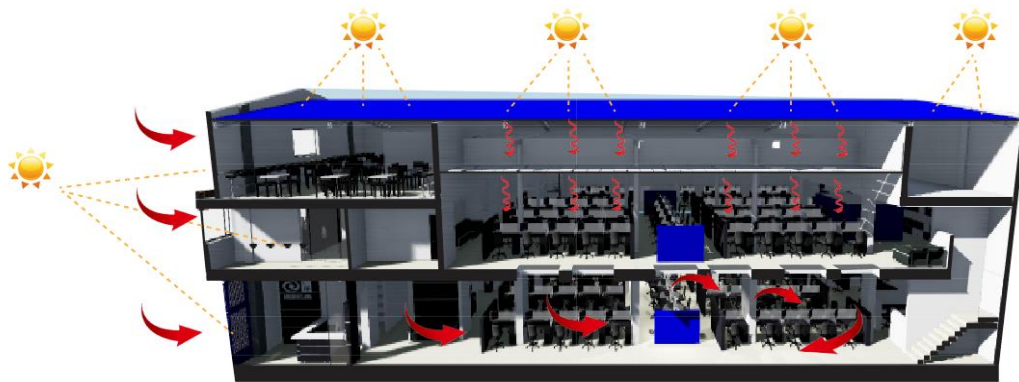
Nota. Presión vientos ante proyecto existente y corte longitudinal proyecto de temperatura.

De igual manera, en la simulación de vientos y presión en el exterior del edificio, se muestra la dirección de los vientos predominantes de la rosa de vientos y una temperatura de alrededor de 25°C en el interior del proyecto, que coincide con las mediciones en campo.

Corte longitudinal y transversal.

Figura 20

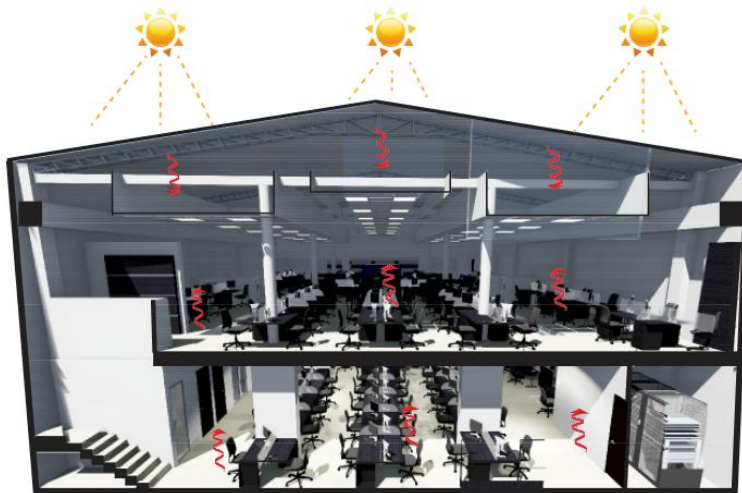
Corte longitudinal proyecto



Nota. Se representa el aire entrante al proyecto con las flechas y serpentinillas color rojo.

Figura 21

Corte transversal proyecto



Nota. Se representa las ganancias de calor de la cubierta mediante las serpentinillas color rojo.

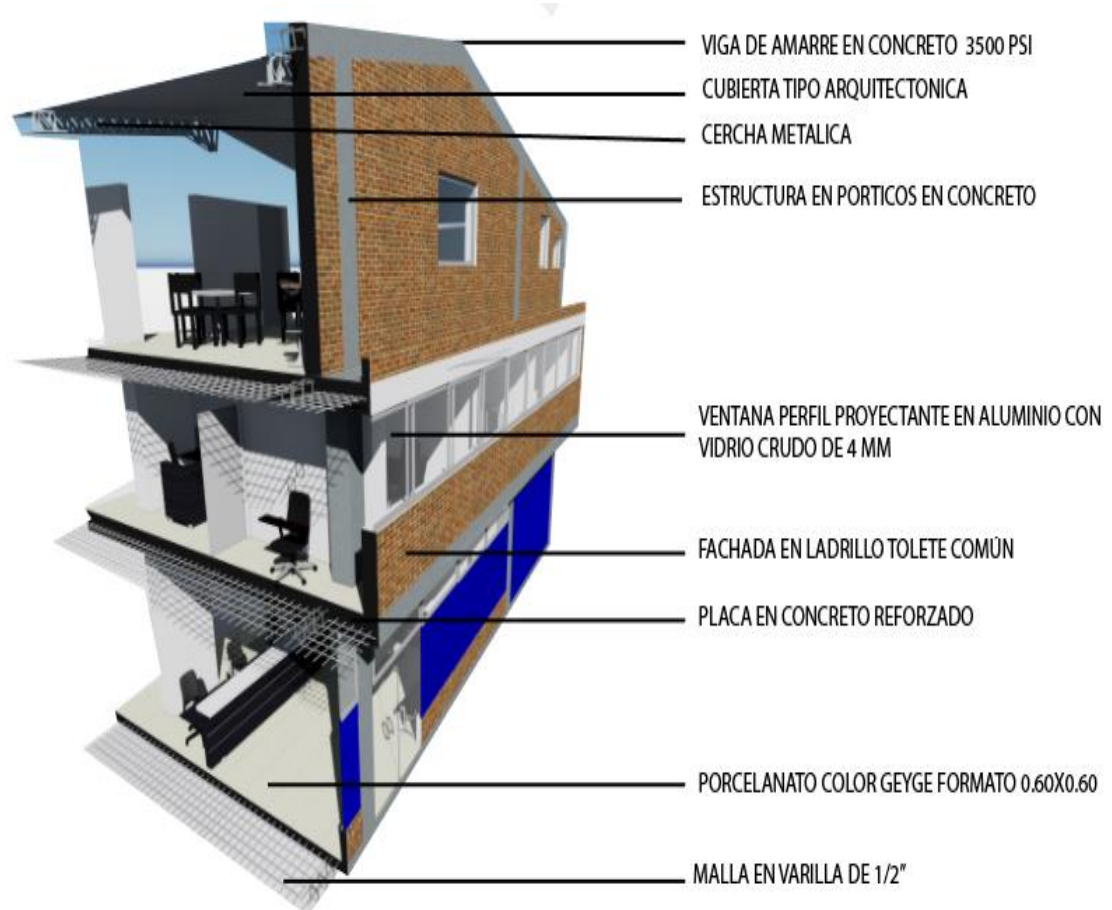
Los cortes del proyecto buscan expresar la circulación de aire existente mediante las flechas de color rojo identificando que la fachada es la única parte por donde puede

ingresar aire al edificio y la inadecuada circulación de aire en la edificación, lo que contribuiría al aumento en la temperatura interior. Además, se muestra el comportamiento de la transferencia de calor mediante serpentinas color rojo por medio de la cubierta al segundo nivel, la cual es directa y corresponde a una teja arquitectónica sin ningún aislante térmico el cual contribuya a disminuir la transferencia de calor.

Detalle constructivo proyecto existente

Figura 22

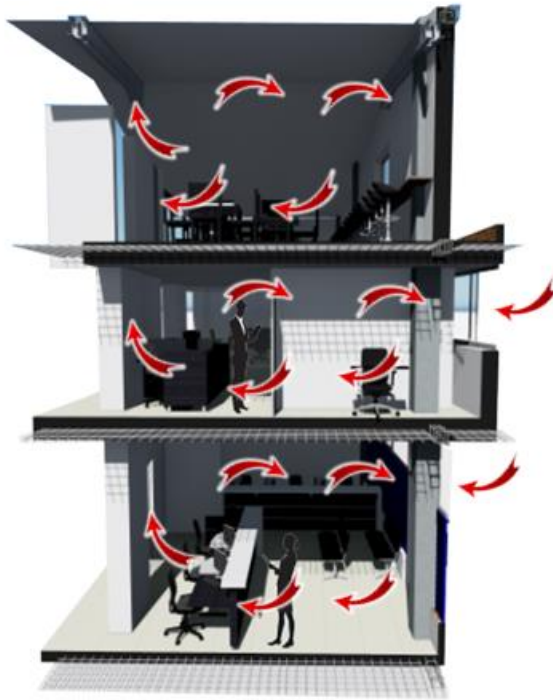
Detalle constructivo proyecto



Nota. Materialidad de la edificación existente.

Figura 23

Corte fugado proyecto



Nota. Demostración grafica de la circulación de aire en el proyecto.

Así pues, teniendo en cuenta las figuras 21 y 23-26, se busca identificar los materiales de construcción y los cerramientos en las áreas frontales del proyecto los cuales impiden una adecuada circulación de aire en su parte posterior.

8 ESTRATEGIAS DE MEJORA Y RESULTADOS ESPERADOS

Tras comprobar a través de las mediciones en campo y las simulaciones en el programa DesignBuilder el discomfort térmico y acústico del lugar, se plantean algunas estrategias de mejora mediante alternativas pasivas de ventilación natural y adecuaciones – entre las que se encuentran los cambios de material- que permitan una apropiada armonía y complementación con el diseño existente (Garrido, 2014 p7).

Tabla 11
Estrategias de mejora

1. Causa	Estrategia
Inadecuada ventilación	Mejorar la relación ventana pared en la fachada de la edificación, mediante un diseño que permita un mayor aprovechamiento de la ventilación natural a través de basculantes y rejillas.
Efecto	
Diconfort térmico	
Resultado	Disminución de las ganancias térmicas identificadas en la simulación de la tabla 9
2. Causa	Estrategia
Inadecuada circulación de aire	Mejorar la circulación de aire dentro de la edificación mediante perforaciones en la placa de entrepiso y la implementación de una cumbrera dilatada en la cubierta permitiendo una circulación de aire entre los niveles de la construcción.
Efecto	
Diconfort térmico	
Resultado	Mejoramiento el confort térmico del lugar.
3. Causa	Estrategia
Inadecuado material	Cambio de la cubierta existente por una cubierta con mejor comportamiento térmico y acústico la cual contribuya al confort de la oficina.
Efecto	
Diconfort térmico	
Resultado	Mejoramiento del confort termo-acústico del lugar y disminución de las ganancias térmicas identificadas en la simulación de la tabla 9.
4. Causa	Estrategia
Espacio abierto	Mejorar el entorno acústico del lugar mediante la implementación del aislamiento y acondicionamiento acústico del lugar.
Efecto	
Diconfort acústico	
Resultado	Mejoramiento del confort acústico del lugar.

Nota. Estrategias y resultados.

8.1 Resultados

Mediante la implementación de las estrategias mencionadas se busca mejorar las condiciones térmicas y acústicas de la oficina en estudio, incrementando su confort y bienestar en beneficio de sus ocupantes. Es por ello que los resultados esperados permitirán establecer determinantes en búsqueda del confort térmico y acústico en los espacios de oficinas para las futuras adecuaciones.

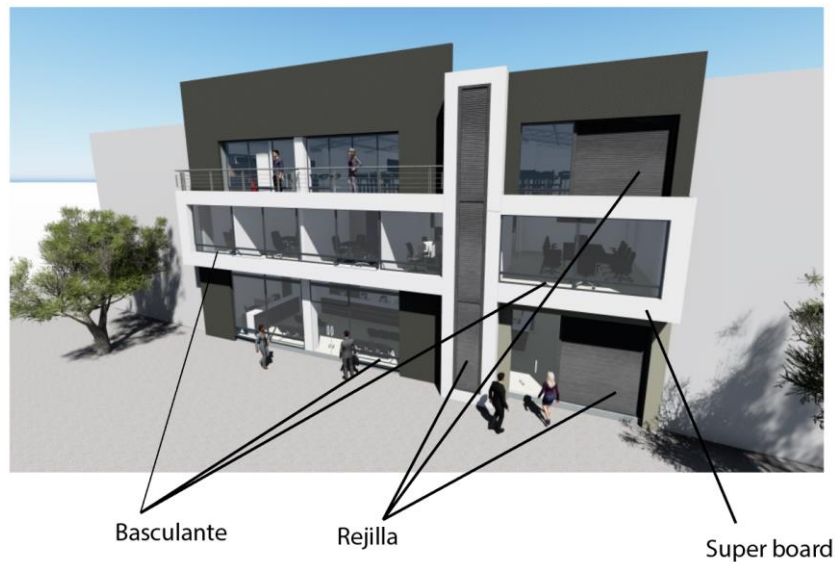
9 DESARROLLO DEL PROYECTO

9.1 Propuesta

La propuesta de mejora, busca implementar las estrategias establecidas en beneficio de los ocupantes de la edificación, incrementando el confort térmico y acústico del lugar. Para ello, se realizarán cambios de manera simulada en un modelo digital donde se formulará y comprobará si estos contribuyen en la disminución de temperatura y niveles acústicos de la edificación.

Figura 24

Fachada propuesta proyecto

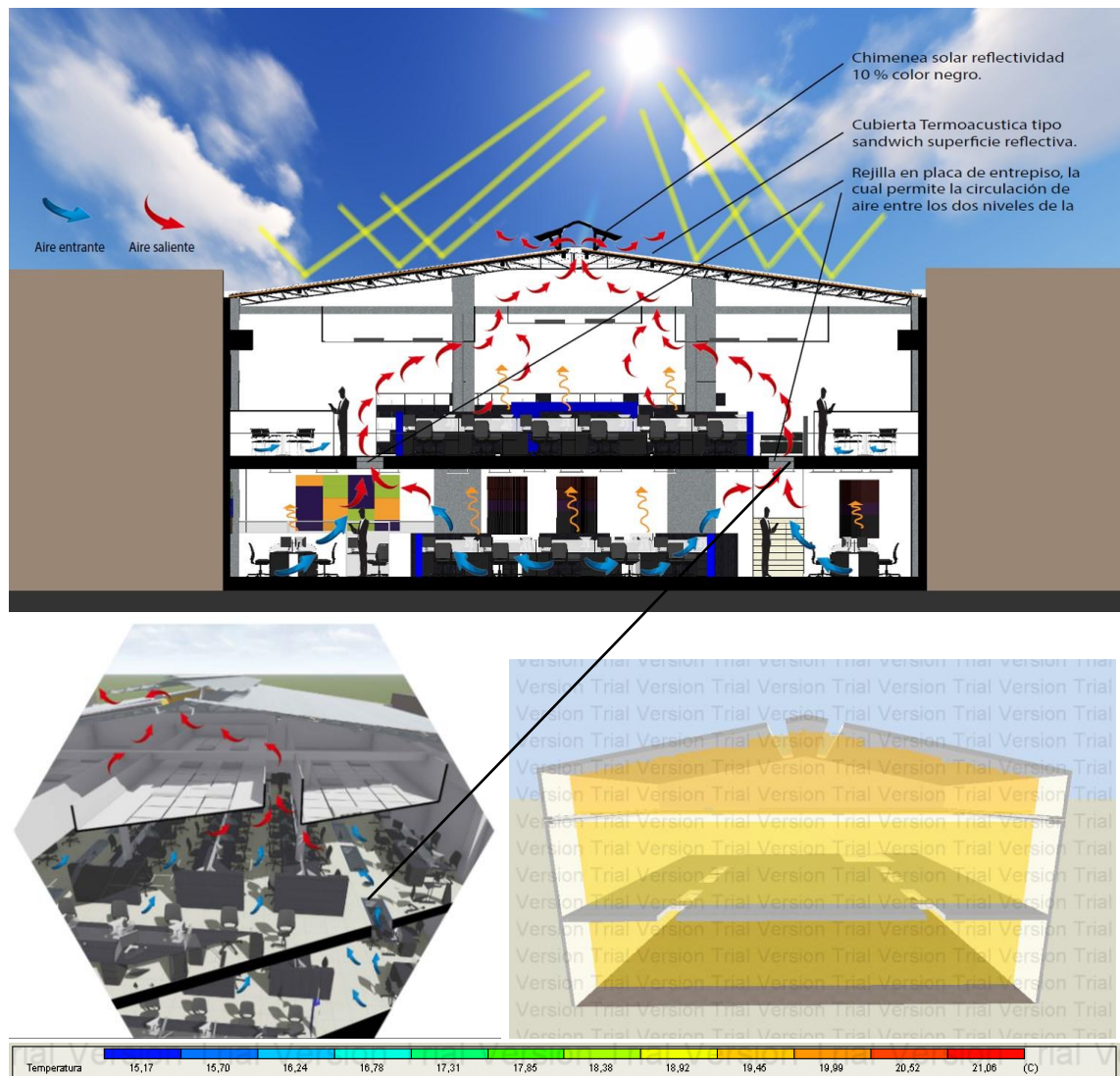


Nota. Materialidad propuesta fachada.

En ese sentido, se propone como aporte arquitectónico el cambio de la fachada principal con el fin de mejorar la imagen corporativa y el aprovechamiento de la ventilación natural, buscando optimizar la circulación de aire al interior del edificio por medio de basculantes en las ventanas y rejillas en el exterior.

Figura 25

Corte transversal propuesta proyecto



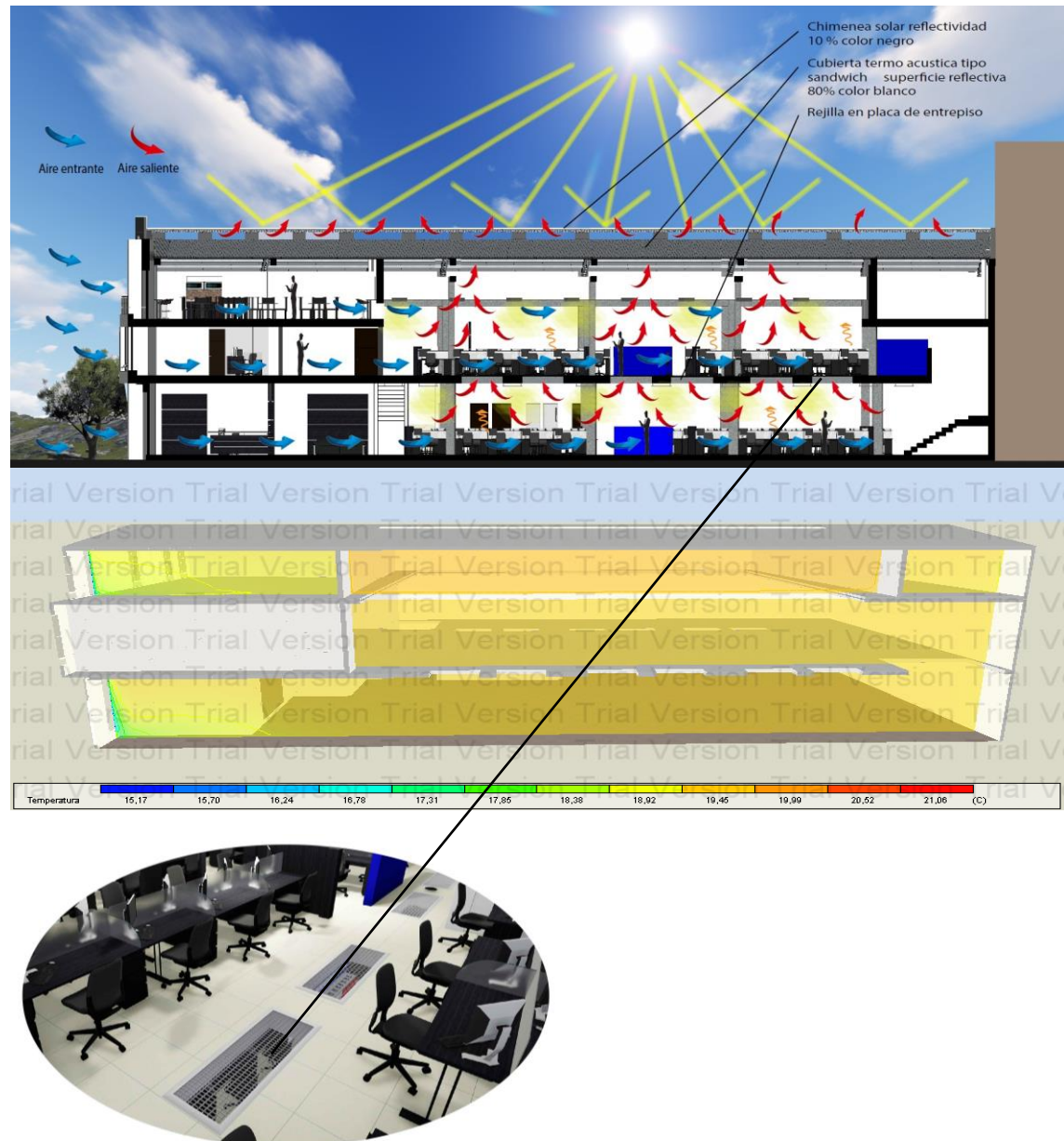
Nota. Corte bioclimático e implementación de las estrategias planteadas.

De igual manera, se propone el cambio de la cubierta existente por una cubierta tipo sándwich con material fono-absorbente y fono-reductor, que no solo contribuirá a mejorar la acústica en el interior del edificio sino que también mejorará la temperatura interna, pues este tipo de cubierta también cuenta con propiedades de aislamiento térmico que contiene un coeficiente de conductividad muy bajo. Así mismo, se sugiere dejar la cumbrera dilatada de la cubierta, creando una chimenea solar la que permite la

salida de aire caliente por la cubierta, se muestra la circulación de aire en la edificación y la temperatura interna en el proyecto, la cual se encuentra entre los 18 y 19°C.

Figura 26

Corte longitudinal propuesta proyecto



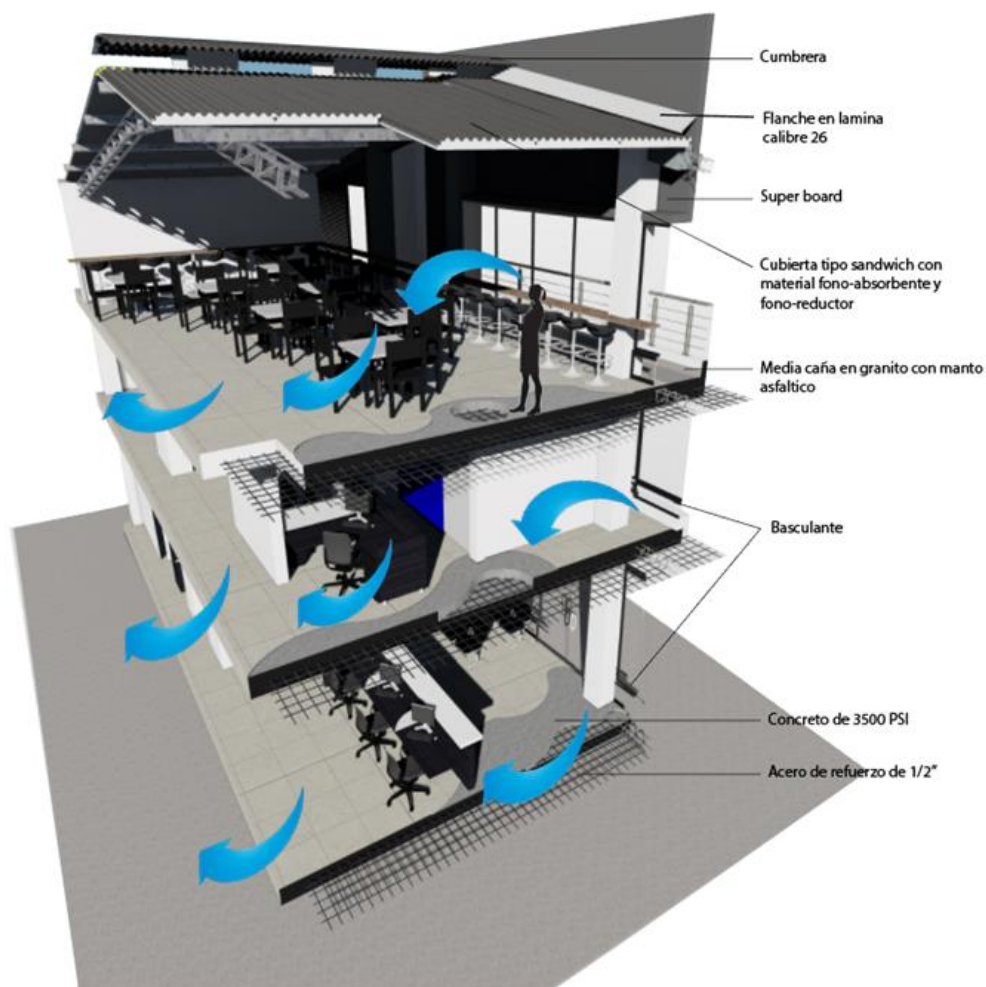
Nota. Corte bioclimático e implementación de las estrategias planteadas.

Ahora bien, respecto al interior, se plantea realizar algunas perforaciones en la placa de entepiso de 0.30 x 1.00 m con la finalidad de instalar rejillas que permitirán una circulación de aire apropiada entre el primer nivel, el segundo nivel y

eventualmente hacia la cubierta del proyecto, en esta última, se realizara una dilatación de la cumbrera con el propósito de generar un efecto chimenea que permita la expulsión del aire caliente, buscando disminuir la temperatura interior y generando una circulación de aire constante en el edificio, se muestra la circulación de aire en la edificación y la temperatura interna en el proyecto, la cual se encuentra entre los 18 y 19°C.

Figura 27

Detalle constructivo propuesta proyecto



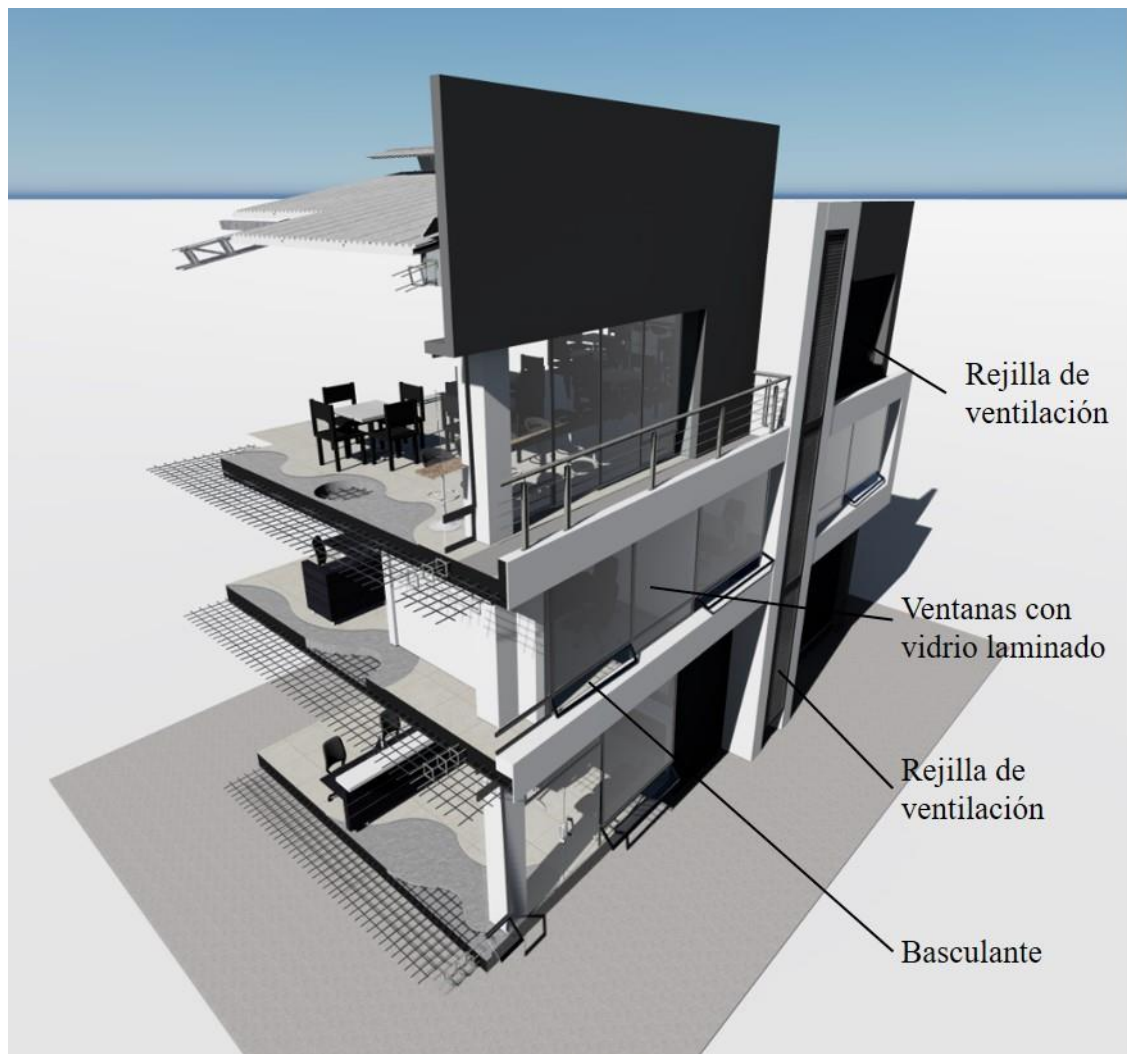
Nota. Se representa la circulación de aire al interior del proyecto en color azul.

Dentro de este orden de ideas, en este corte fugado se pueden apreciar los materiales empleados en la propuesta respecto a la fachada y la cubierta, también se muestra la circulación de aire hacia el interior a través de los basculantes ubicados en la

ventanas de la fachada, y finalmente, se muestra una apertura en los espacios con el objetivo de mejorar la circulación de aire, permitiendo que este llegue hasta el fondo del edificio, disminuyendo así la temperatura interna del mismo.

Figura 28

Detalle constructivo propuesta proyecto



Nota. Detalle constructivo.

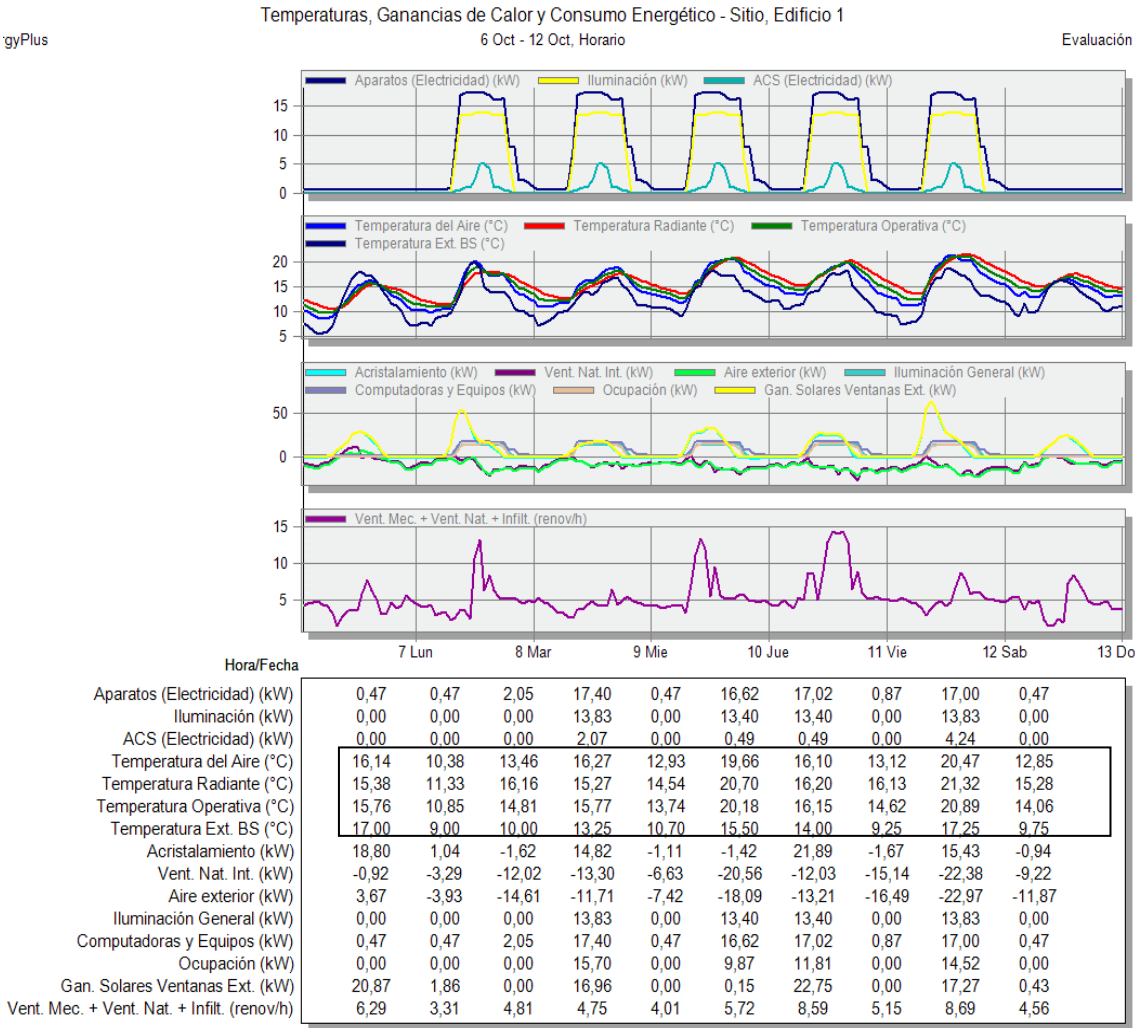
Cabe resaltar que dentro de la propuesta se sugiere el cambio de todas las ventanas de la fachada por unas ventanas en aluminio con alma llena de poliuretano expandible que permitirá evitar puentes térmicos. Estas ventanas deben tener

basculantes que permitan una circulación de aire apropiada en el proyecto contando con una relación de ventana pared del 70 % para la fachada.

9.2 Simulación de condiciones bioclimáticas propuesta para la edificación.

Tras ver la concordancia entre los datos obtenidos en campo y las simulaciones, esta simulación se realizara con la implementación de las estrategias y los cambios propuestos en las mismas.

Tabla 12
Simulación de temperatura propuesta proyecto



Nota. Simulación realizada para la semana extrema de calor del 06 – 12 de octubre de 2018.

Como resultados de la simulación, en la tabla 12, se muestran los datos obtenidos durante la semana extrema de invierno comprendida entre el 6 y el 12 de octubre donde encontramos la representación gráfica de las ganancias de calor en el edificio mostrando cuatro resultados de análisis en la parte superior y los resultados en forma numéricos en la parte inferior.

-La primera gráfica, muestra las ganancias de calor de los aparatos eléctricos de la oficina y las ganancias de iluminación. En ese sentido, se puede inferir que la implementación de una nueva cubierta, favorece la iluminación natural y disminuye la iluminación artificial, reduciendo así también las ganancias de calor por iluminación en comparación con la simulación actual, pasando de 27 kW a 14 kW aproximadamente.

-La segunda, muestra la temperatura del aire, radiante, operativa y exterior de bulbo seco, identificando una disminución en todas las curvas, pasando de un promedio de temperatura operativa de 27°C a uno de 21°C ratificando que, en comparación con la situación existente, las estrategias empleadas favorecen el mejoramiento el confort térmico de la construcción al disminuir la temperatura de la edificación.

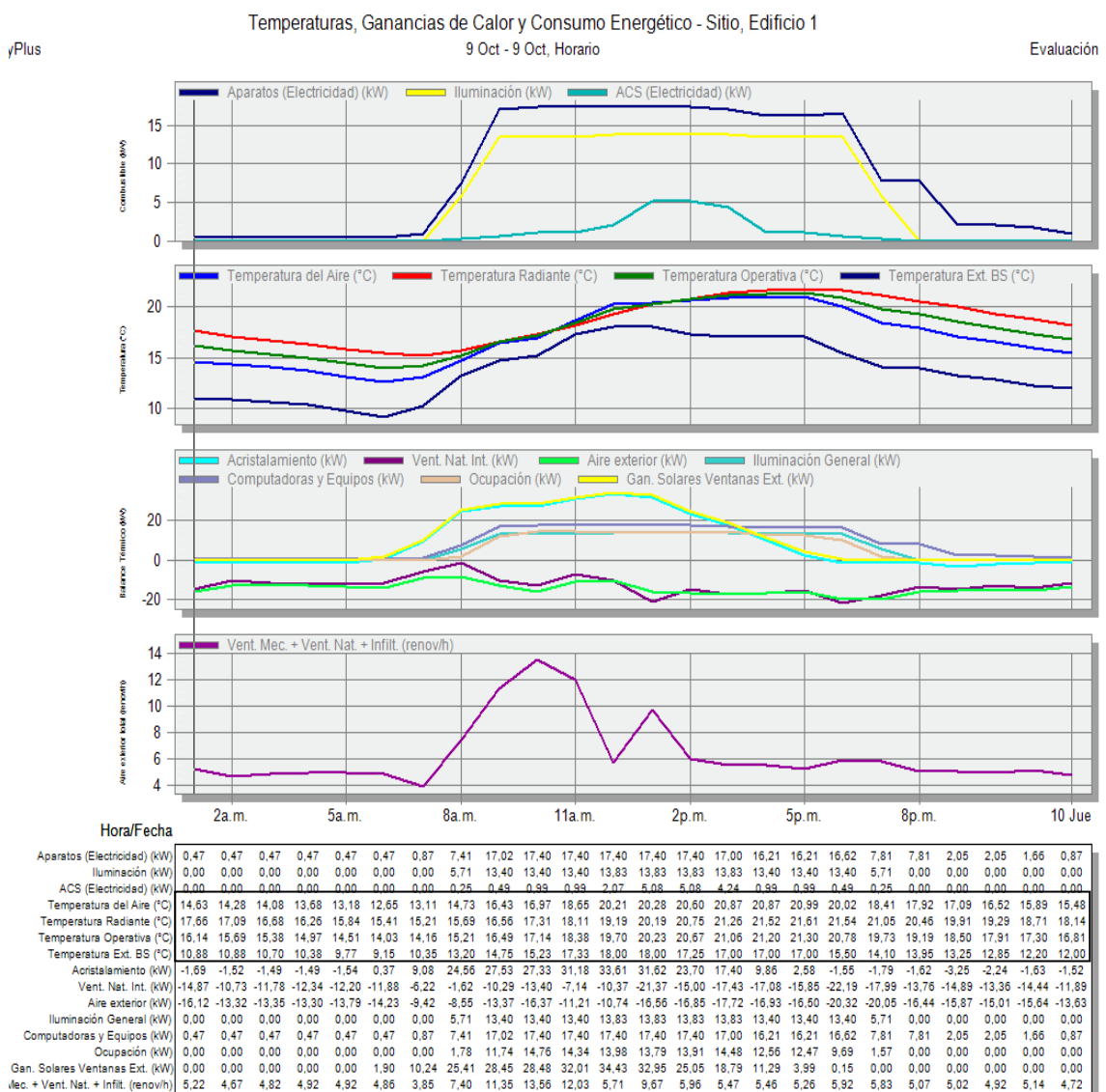
Cabe resaltar, que la representación de 21°C de temperatura operativa estaría dentro del rango de confort adaptativo sugerido por ASHRAE 55 en la tabla 4, lo cual beneficia el bienestar y confort de los ocupantes.

-En la tercera gráfica se muestra el balance térmico de la edificación, identificando que la mayor ganancia de calor se presenta en las ventanas, es así que se sugiere la implementación de ventanas con marco en aluminio de alma llena en poliuretano y un vidrio laminado 4x4 que cuente con una película solar 3m con el fin de disminuir las ganancias de calor.

-En la cuarta gráfica, se muestra la circulación de aire en el edificio, mostrando un aumento de 0.4 a 11 renovaciones por hora, demostrando una mejora considerable de la circulación de aire en la edificación, teniendo en cuenta la simulación existente de la tabla 9.

- Finalmente, en la parte inferior, se pueden evidenciar los resultados numéricos de las **Tabla 13**

Simulación de temperatura propuesta edificio



Nota. Simulación realizada para un día específico 09 de octubre de 2018.

Ahora bien, evidenciando específicamente los resultados obtenidos de la simulación ejecutada el día 9 de octubre, donde, en la parte superior, encontramos

cuatro resultados de análisis que representan gráficamente las ganancias de calor en el edificio acompañadas de los resultados numéricos en la parte inferior:

-La primera gráfica muestra las ganancias de calor de los aparatos eléctricos de la oficina y las ganancias por iluminación artificial. Es así que se pudo identificar que las ganancias de calor por iluminación, disminuyeron gracias a las estrategias empleadas respecto al aprovechamiento de la iluminación natural, pasando de 27,13kW a 13,3 kW en promedio.

-La segunda gráfica muestra la temperatura del aire, radiante, operativa y exterior de bulbo seco, allí se identificó una disminución significativa en la temperatura operativa, confirmando que las estrategias empleadas contribuyen en el decrecimiento de la temperatura interior -de 27,84°C a 20,68°C en promedio- de la edificación.

Logrando uno de los objetivos propuestos en el desarrollo de esta investigación, al ubicarse por debajo del rango de confort adaptativo de 25°C, tanto al inicio de la jornada laboral -14,10°C- como en el transcurso de la misma -8 AM a 6 PM- con un tope máximo de 20,68°C-.

-En la tercera gráfica, se muestra el balance térmico de la edificación, identificando un aumento en las ganancias solares lo que se debe al aumento del porcentaje de ventanas en la fachada de la edificación. Pasando de un promedio de 9,23 kW a 32,01 kW en el transcurso del día.

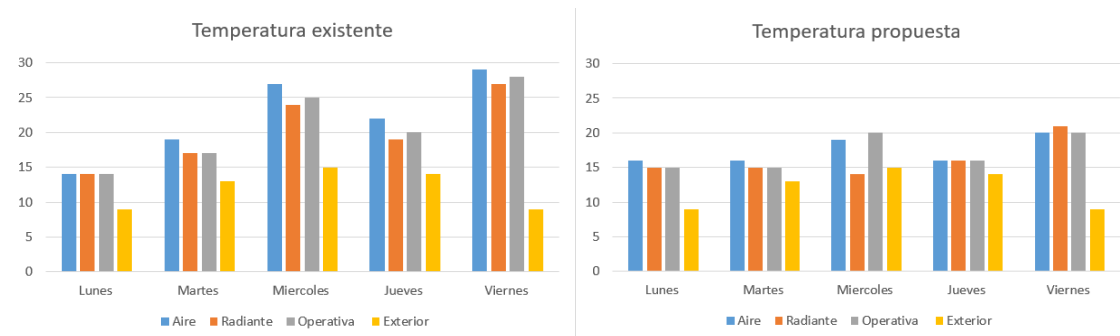
-En la cuarta gráfica, se muestra la circulación de aire en el edificio, identificando un aumento favorable en la circulación de aire de 0,4 a 11,97 renovaciones por hora en el transcurso del día, contribuyendo en la disminución de la temperatura interior y la obtención de una mejor calidad del aire.

- Finalmente, en la parte inferior, se pueden evidenciar los resultados numéricos de las gráficas expresados en curvas, lo que permite hacer una lectura más clara de las mismas.

Resultados temperatura simulación.

Figura 29

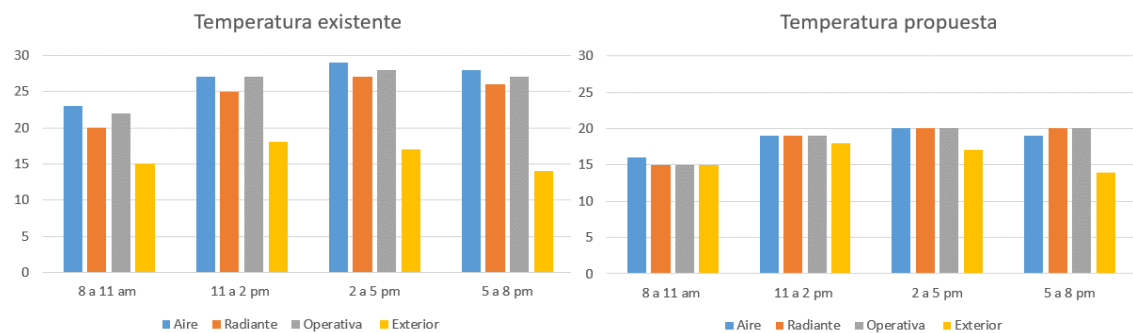
Comparativo grafico temperatura edificio semana.



Nota. Comparativo resultados simulación temperatura semana del 7 al 11 de octubre 2018.

Figura 30

Comparativo grafico temperatura edificio día.



Nota. Comparativo resultados simulación temperatura día 09 de octubre de 2018.

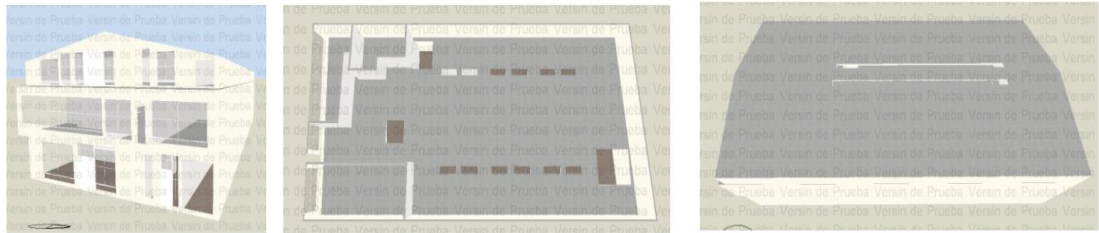
Para evidenciar los resultados térmicos, fue necesario realizar un par de comparativos donde se aprecia de manera más objetiva, la disminución de la temperatura de la edificación simulada con respecto a su situación actual, así se demuestra que la implementación de las estrategias en busca del confort térmico son acertadas.

Estrategias empleadas en el proyecto

A continuación, en la figura 31, se muestra gráficamente el modelo de simulación del proyecto tras la implementación de las estrategias y adecuaciones que permitirán aumentar el confort térmico de sus ocupantes.

Figura 31

Estrategias empleadas en el proyecto



Nota. Fachada propuesta, placa de entrepiso y cubierta.

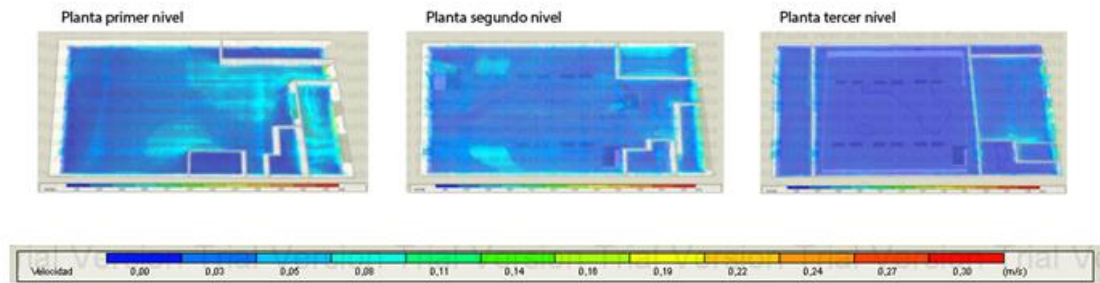
Para hacerlo más claro, se discriminarán las estrategias y adecuaciones que se implementaron en el modelo:

1. Intervención de la fachada mejorando la relación ventana pared, e implementación de basculantes para aumentar el ingreso de ventilación natural en la edificación.
2. Perforaciones en la placa de entrepiso para permitir una circulación de aire entre el primer y segundo nivel del proyecto.
3. Cambio de la cubierta existente y dilatación de la cumbrera, esto con el propósito de mejorar el comportamiento térmico de la cubierta y la circulación de aire por efecto chimenea.

Vientos

Figura 32

Simulación vientos propuesta proyecto



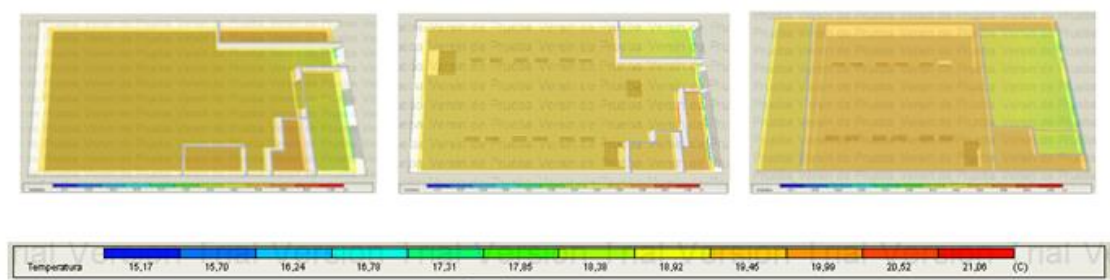
Nota. Vientos proyecto.

En lo que se refiere a los vientos, en la simulación se demuestra una mejora en la circulación de aire, el cual, gracias a la implementación de los basculantes y rejillas en la fachada, mejora la circulación de aire desde el frente hasta la parte posterior de la edificación.

Temperatura

Figura 33

Simulación temperatura propuesta proyecto



Nota. Temperatura proyecto.

Finalmente, en cuanto a la temperatura, en la simulación se evidencia que los tres niveles se encuentran dentro del rango de confort correspondiente a un rango entre los 18° y 21°C.

9.3 Acústica

En este apartado se especificará lo que tiene que ver con la intervención acústica del proyecto, para ello se van a tener en cuenta dos campos de trabajo, el primero corresponde al aislamiento acústico; que buscará reducir la presión sonora (dB) proveniente del exterior a través de la modificación de la fachada, esto con el propósito de mejorar los niveles de ruido al interior de los espacios y permitir la creación de lugares más confortables y silenciosos al interior.

En segundo lugar, se tendrá en cuenta el acondicionamiento acústico, con el cual, a través de la inclusión de materiales blandos de absorción sonora capaces de controlar las reflexiones en las superficies de los recintos, se esperaría regular el tiempo de reverberación del sonido, obtener un mayor entendimiento de la comunicación hablada y de esta manera mejorar los niveles de confort, concentración y permanencia dentro de las áreas de trabajo (Giani, Acústica Arquitectónica, 2013).

Aislamiento acústico

Los ruidos generados dentro de un recinto se propagarán fácilmente por el aire y la materia de las superficies que los delimitan. La transmisión de estos “sonidos no deseados”, se producirá por diversas vías, siendo un objetivo principal del aislamiento acústico, es por ello que se hace necesario evaluar y analizar esos caminos de transmisión para buscar atenuar la energía sonora que los atraviesa.

En ese orden de ideas, el primer paso debe ser identificar las principales fuentes sonoras que afectan los espacios denominados como “emisores sonoros”, de igual manera, se deben identificar los espacios a proteger de la afectación acústica denominados “receptores sonoros”. Esto a través de un análisis de “perdida por

transmisión acústica” donde se evidenciará la disminución de los niveles de presión sonora que ingresan a cada espacio de la edificación tras la implementación de diferentes materiales que cuentan con la propiedad de absorber o reflejar parte de la energía de la onda incidente (Mommertz, 2008, p11).

Es por lo anterior, que el proyecto ve como necesario el empleo del aislamiento acústico para los muros existentes del cuarto técnico del primer nivel, puesto que sus niveles de emisión afectan el desempeño de las otras actividades y usos que se le dan a este; esta implementación, busca que por medio del aumento de la masa de la mampostería existente en los cerramientos de este espacio -reforzando la mampostería con un sistema compuesto de varios materiales, generando una cámara de aire entre esta y una lámina de cartón yeso reforzada con fibra de vidrio de baja densidad en su interior- aumente la pérdida por transmisión acústica y consecuentemente disminuyan los niveles emitidos por esta fuente sonora -cuarto de máquinas- hacia el exterior.

Por otro lado se propone realizar una intervención en los materiales de configuración de la fachada, principalmente en los muros y las ventanas, a fin de encontrar un sistema que detenga en mayor medida los valores del ruido exterior y genere niveles menores que los alcanzados en el interior del edificio. Esto principalmente para aumentar su desempeño acústico, y en específico, sus valores en la pérdida por transmisión acústica.

Durante la etapa de diagnóstico, se realizaron mediciones en campo por bandas de octava, para determinar cómo están los espacios existentes en cuanto a los niveles de ruido interior, es por ello que la implementación tiene como objetivo disminuir los valores de incidencia sonora para estar en el rango permitido, ya que el promedio en las

mediciones se acerca a los 61 dB, nivel que se encuentra muy por encima de lo permitido si se toma como referencia la Resolución 6918 de 2010, que estipula un máximo de 55 decibeles en jornada diurna y 45 decibeles en jornada nocturna. Esta implementación se trata básicamente de un cambio en los espesores de los cristales de las ventanas, su carpintería y la instalación de un refuerzo de aislamiento en los antepechos.

Por lo anterior, para el caso de las ventanas se propuso un cambio respecto al espesor de los cristales –aumento- y el tipo de vidrio, pasando de vidrio de una sola capa -monolíticos- a laminados. Ahora bien, respecto al tipo de carpintería, se propuso pasar de la actual en acero, a sistemas de carpintería en aluminio con alma llena en poliuretano expandible que cuenten con sistemas basculantes para brindar un mejor sellamiento de la ventana cuando está se encuentre cerrada.

Adecuación fachada

En el diseño de fachada propuesto para mejorar la ventilación natural del edificio, se propuso la implementación de una rejilla que permite la circulación de aire en los tres niveles de la construcción, esta abertura si bien nos ayuda a mejorar los inconvenientes de temperatura podría aumentar los niveles de contaminación auditiva ya que permitiría el ingreso del ruido exterior (transporte y comercio) al interior del proyecto, para prevenir esta acción se empleara la instalación de un silenciador acústico el cual permite la circulación de aire pero bloqueará el paso del ruido al interior del proyecto.

Figura 34

Adecuación acústica fachada



Nota. Se identifica el silenciador acústico empleado en la fachada

Es así, que en la figura 34, se ilustra el silenciador, el cual se encuentra dotado de celdillas absorbentes en disposición paralela, que permiten el flujo de elevados caudales de aire, pero controlando el ruido transmitido por vía aérea del exterior al interior de la edificación, esto sucede a través de caminos indirectos de conexión, con alta absorción sonora, en donde el aire tiene permitido el ingreso, pero la energía sonora se atenúa cuando al interior de este elemento es absorbido, manteniendo los niveles internos de sonido dentro de los márgenes recomendados.

Acondicionamiento acústico

El acondicionamiento acústico, consiste en distribuir y equilibrar el sonido dentro de un espacio -abierto o cerrado- buscando mejorar el entendimiento y disfrute por parte de la mayoría de usuarios asegurando su confort acústico, este puede variar dependiendo el uso principal al cual esté destinado.

El campo sonoro dentro del recinto está formado por dos partes, la primera, el Sonido Directo, el cual va desde el emisor hasta el receptor, y la segunda, el Campo Sonoro Reverberante donde el sonido se genera desde el emisor y se refleja a través de

las diferentes superficies para llegar al receptor. La comprensión de esto es fundamental para entender el porqué del acondicionamiento acústico, pues a fin de reducir los tiempos de reverberación en los tres niveles de la oficina se propuso la implementación de paneles y espumas acústicas.

Para determinar cuántos metros cuadrados de acondicionamiento acústico son necesarios para llegar a niveles óptimos y aceptables de este comportamiento, es importante realizar los cálculos predictivos a través del método de Sabine, esto para determinar el RT (Tiempos de reverberación) actual de los espacios y encontrar la cantidad de material absorbente que se requiere al interior de cada uno de ellos.

El método de Sabine es una ecuación que relaciona el tiempo de reverberación de un espacio con el volumen del mismo y el área efectiva de absorción, ecuación que permitirá realizar las predicciones acústicas pertinentes.

Figura 35

Ecuación método Sabine

$$TR_{60} = \frac{0.161 V}{A}$$

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n$$

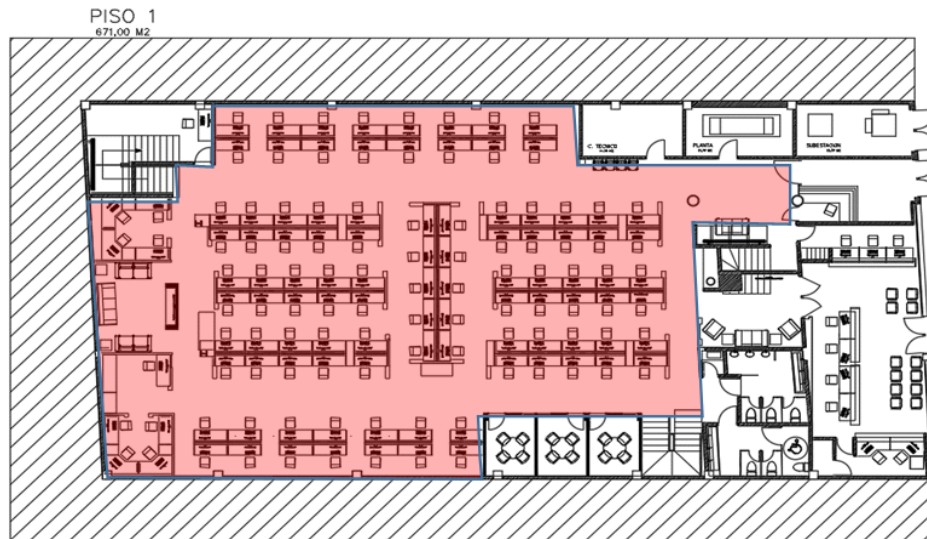
Nota. Ecuación método Sabine

La ecuación plantea que el tiempo de reverberación se relaciona directamente con el volumen e inversamente con la absorción. La letra V representa el volumen del espacio en m³, el 0.161 es la constante y A es el área de absorción efectiva, esta área se obtiene con la superficie en m² y la sumatoria del área que conforma la cubierta, paredes y piso del lugar a analizar. El coeficiente de absorción dependerá de las características de la frecuencia en la cual se examine.

Método Sabine de predicción del RT primer nivel

Figura 36

Medición e intervención acústica primer nivel



Nota. Área de estudio primer nivel de 424 m²

Tabla 14

Tiempos de reverberación primer nivel

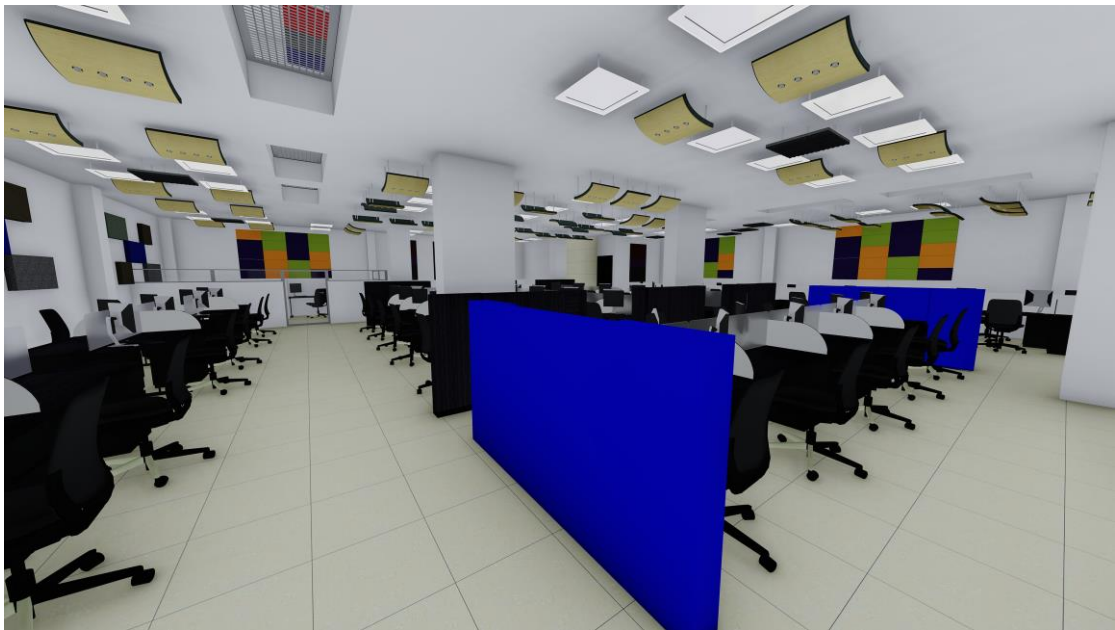
PISO 1		ÁREA DE TRABAJO		LARGO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN	
				26,89		17,78		3,31		424		1405	
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA
	LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO	120,33	0,01	1,20	120,33	0,01	1,20	120,33	0,02	2,41	120,33	0,02	2,41
	VIDRIO DRYWALL	13,10	0,18	2,36	13,10	0,06	0,79	13,10	0,04	0,52	13,10	0,03	0,39
	PUEBTAS	79,19	0,29	22,87	79,19	0,1	7,92	79,19	0,05	3,96	79,19	0,04	3,17
	CIELO RASO EN PLACA	17,28	0,1	1,73	17,28	0,07	1,21	17,28	0,05	0,86	17,28	0,04	0,69
	PISO EN PORCELANATO	424	0,01	4,24	424	0,01	4,24	424	0,02	8,48	424	0,02	8,48
	MESAS EN AGLOMERADO	302,77	0,01	3,03	302,77	0,01	3,03	302,77	0,01	3,03	302,77	0,02	6,0554
	PERSONAS	99,36	0,10	9,94	99,36	0,13	12,92	99,36	0,14	13,91	99,36	0,17	16,89
		21,87	0,30	6,56	21,87	0,31	6,78	21,87	0,35	7,65	21,87	0,42	9,19
RWICM		Sumatoria		52,02		38,08		40,83		44,34		50,51	
		RT		4,35		5,94		5,54		5,11		4,48	
		RT MID		5,33		IGLESIA O CATEDRAL		2,0-3,0					
PISO 1		ÁREA DE TRABAJO		LARGO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN	
				26,89		17,78		3,31		424		1405	
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA
	LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO	120,33	0,01	1,20	120,33	0,01	1,20	120,33	0,02	2,41	120,33	0,02	2,41
	VIDRIO DRYWALL	13,10	0,18	2,36	13,10	0,06	0,79	13,10	0,04	0,52	13,10	0,03	0,39
	PUEBTAS	79,19	0,29	22,87	79,19	0,1	7,92	79,19	0,05	3,96	79,19	0,04	3,17
	CIELO RASO EN PLACA	17,28	0,1	1,73	17,28	0,07	1,21	17,28	0,05	0,86	17,28	0,04	0,69
	PISO EN PORCELANATO	424	0,01	4,24	424	0,01	4,24	424	0,02	8,48	424	0,02	8,48
	MESAS EN AGLOMERADO	302,77	0,01	3,03	302,77	0,01	3,03	302,77	0,01	3,03	302,77	0,02	6,0554
	PERSONAS	99,36	0,10	9,94	99,36	0,13	12,92	99,36	0,14	13,91	99,36	0,17	16,89
	PANEL DE FIBRA DE VIDRIO	43,2	0,15	6,48	43,2	0,15	6,48	43,2	0,19	6,41	43,2	0,15	6,48
	ESPUMA	43,2	0,20	8,64	43,2	0,20	8,64	43,2	0,2	8,64	43,2	0,20	8,64
CON ACONDICIONAMIENTO		Sumatoria		77,94		64,00		112,11		141,01		76,43	
		RT		2,90		3,53		2,02		1,60		2,96	
		RT MID		1,81		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0					
MEDICION EN CAMPO		Sumatoria		0,00		0,00		117,61		138,10		0,00	
		RT						1,92		1,64			
		RT MID		1,78		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0					

Nota. Resultados tiempos de reverberación por espacio

En el primer nivel, los resultados nos sugieren emplear 129.6 m² de materiales para absorción acústica en las superficies de esta área, dividido en el cielo raso y los muros por medio de paneles a base de fibras minerales de vidrio y espumas que reducirán los tiempos de reverberación en las oficinas abiertas.

Figura 37

Adecuación acústica primer nivel proyecto



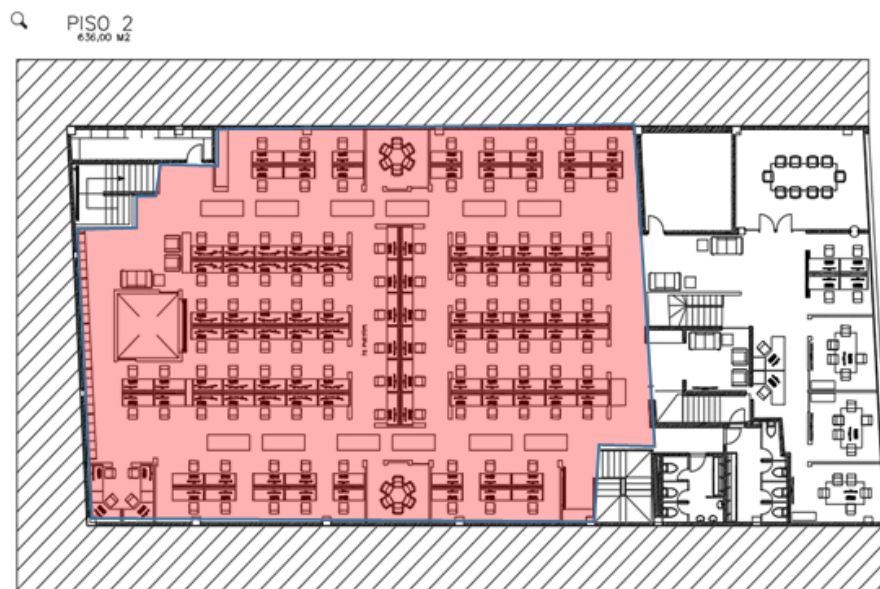
Nota. Intervención acústica espacio

Con la propuesta empleada de paneles y espumas absorbentes en techo y muros se logra reducir el tiempo medio de reverberación existente de 5.33seg a 1.81seg, el cual es adecuado para este espacio de oficina, siguiendo la recomendación internacional del método Sabine anexo 6 en donde el rango permitido para el tiempo de reverberación medio de este tipo de espacios se encuentra entre 1.6 – 2.0 segundos.

Método Sabine de predicción del RT segundo nivel

Figura 38

Área medición e intervención acústica segundo nivel



Nota. Área de estudio segundo nivel de 444 m²

Tabla 15

Tiempo de reverberación segundo nivel

PISO 2		ÁREA DE TRABAJO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN						
		LARGO	26,64	17,78		3,45		444		1531						
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO MURO DRYWALL CIELO RASO EN DRYWALL PISO EN PORCELANATO MESAS EN AGLOMERADO PERSONAS	125		250		500		1000		2000		4000				
		ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA			
		195,23	0,01	1,95	195,23	0,01	1,95	195,23	0,02	3,90	195,23	0,02	3,9046	195,23	0,03	5,86
		50,05	0,29	14,51	50,05	0,1	5,01	50,05	0,05	2,50	50,05	0,04	2,00	50,05	0,09	15,98
		444	0,29	128,76	444	0,10	44,40	444	0,05	22,20	444	0,04	17,76	444	0,09	39,96
		319,85	0,01	3,20	319,85	0,01	3,20	319,85	0,01	3,20	319,85	0,02	6,397	319,85	0,02	6,40
		101,88	0,10	10,19	101,88	0,13	13,24	101,88	0,14	14,26	101,88	0,17	17,32	101,88	0,15	15,28
		22,27	0,30	6,68	22,27	0,31	6,90	22,27	0,35	7,79	22,27	0,42	9,35	22,27	0,39	8,69
		Sumatoria		165,29		74,70		53,86		53,54		72,58		80,69		
		RT MID		1,49		3,30		4,58		4,60		3,40		3,05		
		RT MID		4,59		IGLESIA O CATEDRAL		2,0-3,0								

PISO 2		ÁREA DE TRABAJO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN						
		LARGO	26,64	17,78		3,45		444		1531						
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO MURO DRYWALL CIELO RASO EN DRYWALL PISO EN PORCELANATO MESAS EN AGLOMERADO PERSONAS PANEL DE FIBRA DE VIDRIO ESPUMA PANEL EN TECHO 1,2x0,60 (80 und)	125		250		500		1000		2000		4000				
		ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA			
		195,23	0,01	1,95	195,23	0,01	1,95	195,23	0,02	3,90	195,23	0,02	3,9046	195,23	0,03	5,86
		50,05	0,29	14,51	50,05	0,1	5,01	50,05	0,05	2,50	50,05	0,04	2,00	50,05	0,09	15,98
		444	0,29	128,76	444	0,10	44,40	444	0,05	22,20	444	0,04	17,76	444	0,09	39,96
		319,85	0,01	3,20	319,85	0,01	3,20	319,85	0,01	3,20	319,85	0,02	6,397	319,85	0,02	6,39
		101,88	0,10	10,19	101,88	0,13	13,24	101,88	0,14	14,26	101,88	0,17	17,32	101,88	0,15	15,28
		22,27	0,30	6,68	22,27	0,31	6,90	22,27	0,35	7,79	22,27	0,42	9,35	22,27	0,39	8,69
		43,2	0,15	6,48	43,2	0,15	6,48	43,2	0,15	6,48	43,2	0,15	6,48	43,2	0,15	6,48
		43,2	0,20	8,64	43,2	0,20	8,64	43,2	0,2	8,64	43,2	0,20	8,64	43,2	0,20	8,64
43,2		0,25	10,80	43,2	0,25	10,80	43,2	0,25	10,80	43,2	0,25	10,80	43,2	0,25	10,80	
Sumatoria		191,21		100,62		125,14		150,31		98,50		106,40				
RT		1,29		2,45		1,97		1,64		2,50		2,31				
		RT MID		1,80		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0								

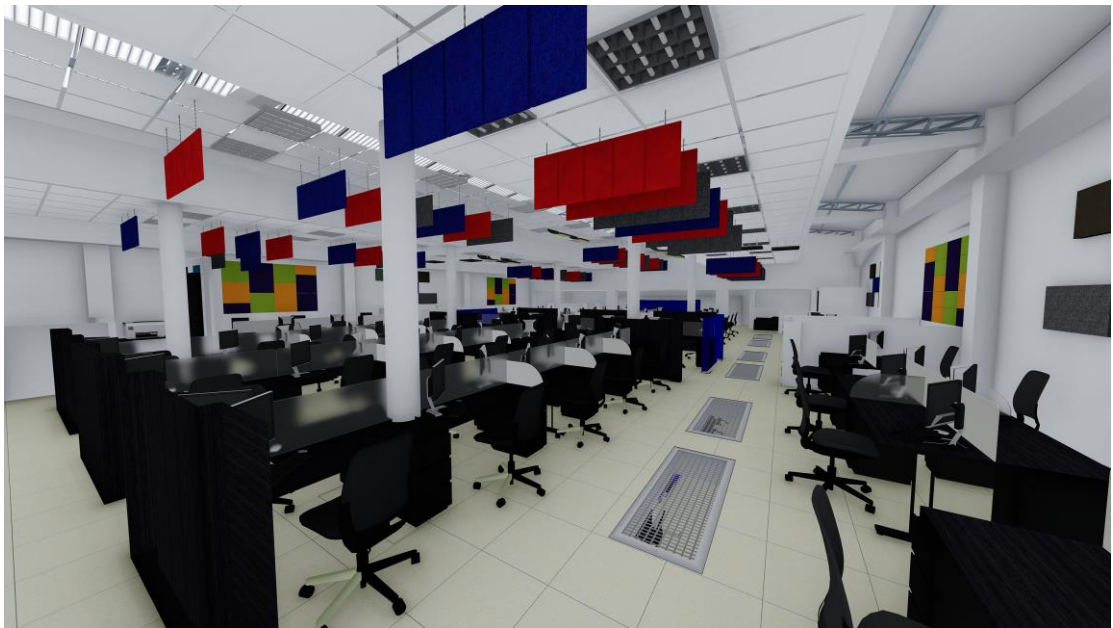
MEDICION EN CAMPO		Sumatoria		0,00		0,00		116,61		137,77		0,00		0,00	
		RT						2,11		1,79					
		RT MID		1,95		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0							

Nota. Resultados tiempos de reverberación por espacio

En el segundo nivel, los resultados sugieren emplear 129.6 m² de acondicionamiento acústico en esta área, distribuidos entre el cielo raso y los muros por medio de paneles de fibra mineral, espumas y paneles acústicos, esto para reducir los tiempos de reverberación a niveles adecuados.

Figura 39

Adecuación acústica segundo nivel proyecto



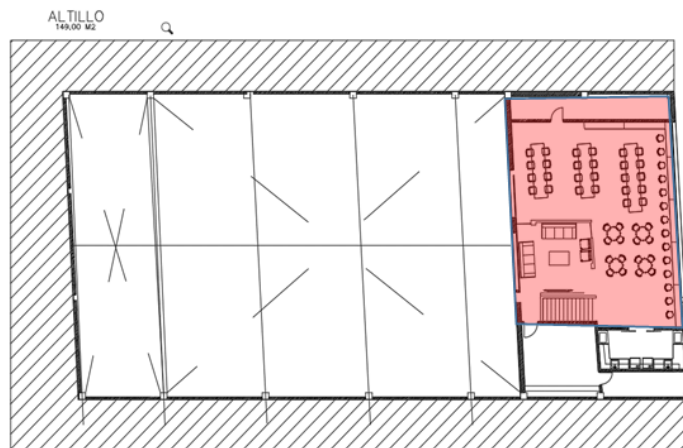
Nota. Intervención acústica espacio

Con la estrategia empleada de paneles y espumas absorbentes en techo y muros se logra reducir el Tiempo de reverberación medio “RT60mid” existente, de 4.59 segundos a 1.80 segundos, manteniéndose en un rango permitido y adecuado, para un espacio de oficina, de entre 1.6 – 2.0.

Método Sabine de predicción RT tercer nivel.

Figura 40

Área medición e intervención acústica tercer nivel



Nota. Área intervención acústica tercer nivel

Tabla 16

Tiempo de reverberación tercer nivel

PISO 3		CAFETERIA		LARGO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN	
				12,04		9,67		3,2		113		361	
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE	125		250		500		1000		2000		4000	
	LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA
	VIDRIO TEMPLADO	28,66	0,18	5,16	28,66	0,06	1,72	28,66	0,04	1,15	28,66	0,03	0,86
	MURO DRYWALL	18,54	0,29	5,38	18,54	0,1	1,85	18,54	0,05	0,93	18,54	0,04	0,74
	CUBIERTA METALICA	113	0,05	5,65	113	0,10	11,30	113	0,1	11,30	113	0,07	7,91
	PISO EN PORCELANATO	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88
	MESAS ALUMINIO	15,94	0,05	0,80	15,94	0,1	1,59	15,94	0,1	1,59	15,94	0,07	1,1158
	PERSONAS	9,28	0,30	2,78	9,28	0,31	2,88	9,28	0,35	3,25	9,28	0,42	3,8976
	INICIAL	Sumatoria		21,46		21,04		20,73		20,91		18,19	
	RT			2,71		2,76		2,80		2,78		3,20	
	RT MID			2,79		IGLESIA O CATEDRAL		2,0-3,0					

PISO 3		CAFETERIA		LARGO		ANCHO		ALTO		ÁREA DE TRABAJO		VOLUMEN	
				12,04		9,67		3,2		113		361	
ACONDICIONAMIENTO REVERBERACION	SUPERFICIE	125		250		500		1000		2000		4000	
	LADRILLO PAÑETADO Y PINTADO	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA	ÁREA	ALPHA	S*ALPHA
	VIDRIO TEMPLADO	28,66	0,18	5,16	28,66	0,06	1,72	28,66	0,04	1,15	28,66	0,03	0,86
	MURO DRYWALL	18,54	0,29	5,38	18,54	0,1	1,85	18,54	0,05	0,93	18,54	0,04	0,74
	CUBIERTA METALICA	113	0,05	5,65	113	0,10	11,30	113	0,1	11,30	113	0,07	7,91
	PISO EN PORCELANATO	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88	87,78	0,01	0,88
	MESAS EN ALUMINIO	15,94	0,05	0,80	15,94	0,1	1,59	15,94	0,1	1,59	15,94	0,07	1,1158
	PERSONAS	9,28	0,30	2,78	9,28	0,31	2,88	9,28	0,35	3,25	9,28	0,42	3,8976
	PANEL EN TECHO 1,2x0,60 (27 und)	19	0,25	4,75	19	0,25	4,75	19	0,66	12,54	19	0,95	18,05
	CON ACONDICIONAMIENTO	Sumatoria		26,21		25,79		33,27		36,96		22,94	
	RT			2,22		2,25		1,75		1,49		2,53	
	RT MID			1,62		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0					

MEDICION EN CAMPO		Sumatoria		0,00		0,00		52,21		55,38		0,00	
		RT						1,11		1,05			
		RT MID		1,08		SALA MULTIPROPOSITO		1,6-2,0					

Nota. Resultados tiempos de reverberación por espacio

En el tercer nivel, Los resultados sugieren emplear 19 m2 de acondicionamiento acústico en el cielo raso por medio de paneles de fibra mineral o paneles acústicos buscando reducir los tiempos de reverberación.

Figura 41

Adecuación acústica tercer nivel proyecto



Nota. Intervención acondicionamiento acústico espacio

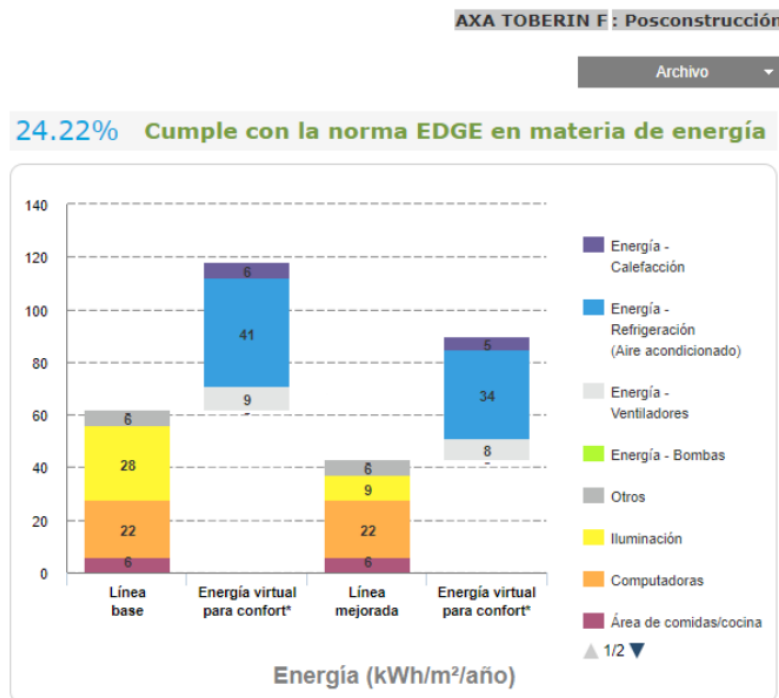
En este nivel, el tiempo de reverberación existente corresponde a 2.79 segundos, los cuales, tras la implementación de la estrategia de paneles absorbentes en techo se logra reducir a 1.62 segundos, valor adecuado para este espacio de oficina, manteniéndose en un rango permitido de 1.6 – 2.0.

9.4 Estrategias EDGE

Adicionalmente se sugiere la implementación de las estrategias EDGE en el proyecto con el fin de exponer como el edificio puede ser más amigable con el medio ambiente, estrategias, acordes con el decreto 549 del 10 de julio de 2015 de construcción sostenible, que corresponden a un uso responsable de recurso como la energía eléctrica, con la implementación de iluminación led; el agua, con la implementación de aparatos ahorradores de consumo y los materiales, haciendo el desarrollo del proyecto más amigable con el medio ambiente.

Tabla 17

Estrategia Edge de energía



Nota. Estrategia de energía

En la gráfica anterior, se puede apreciar la reducción en consumo energético realizando una comparación entre la línea base sin estrategias y la línea mejorada con la implementación de estrategias como:

-Aislamiento en la cubierta.

-Implementación de bombillas ahorradoras de energía en los espacios internos.

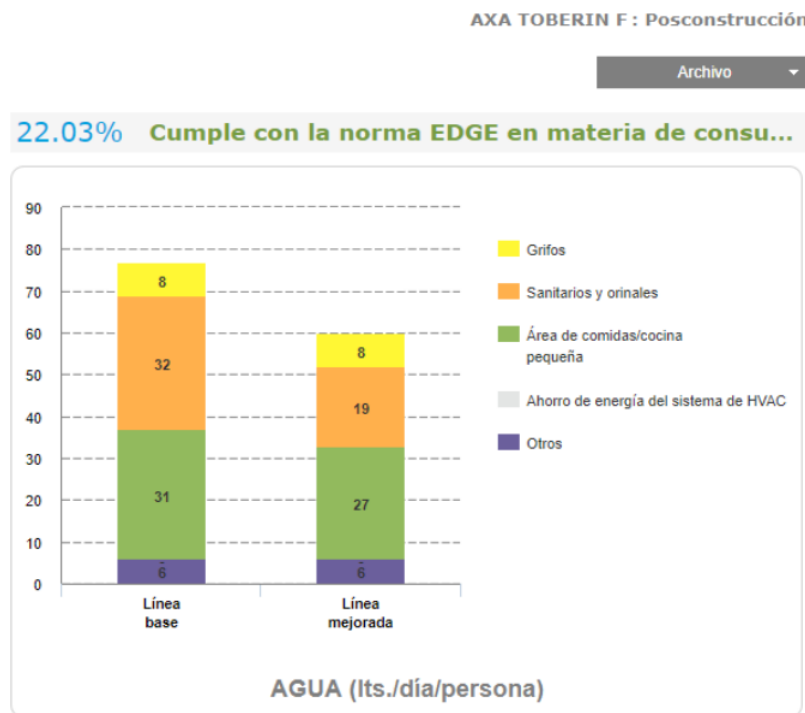
-Implementación de sensores de ocupación en baños, salas de conferencia y cabinas cerradas.

-Implementación de sensores fotoeléctricos de luz diurna para ambientes interiores.

Así mismo, las barras de color azul identifican el consumo si se implementa aire acondicionado o calefacción en la oficina.

Tabla 18

Estrategia Edge de agua



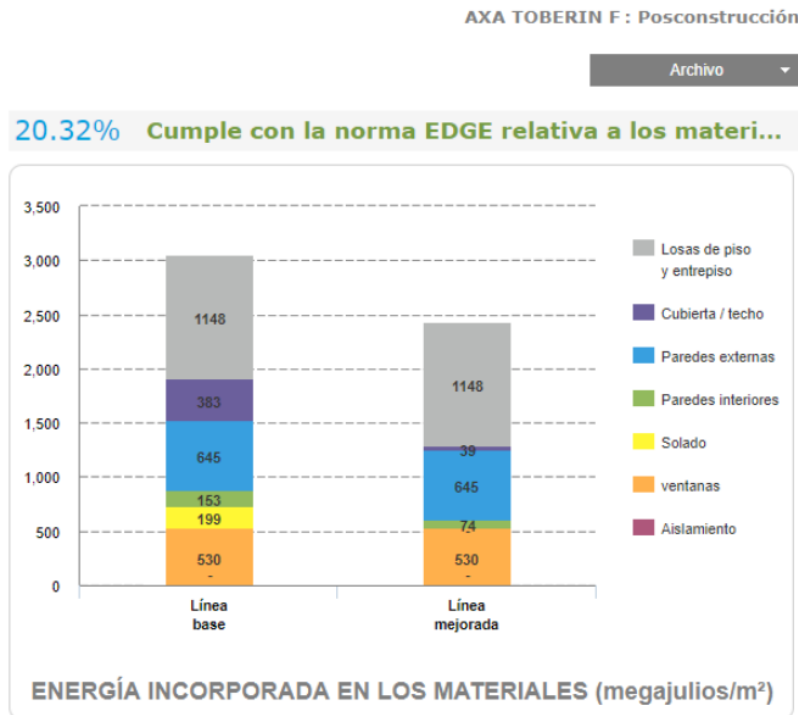
Nota. Estrategia agua

Ahora bien, la gráfica de la tabla 18, muestra una reducción del 22.03% del consumo tras la implementación de las siguientes estrategias:

- Descarga doble para inodoros en todos los baños seis litros en la primera descarga y 3 litros en la segunda.
- Orinales con uso eficiente de agua en todos los baños.
- Grifos de cocina ahorradores de agua.

Tabla 19

Estrategia Edge de materiales



Nota. Estrategia material de construcción

Finalmente, en la gráfica de la tabla 19, se observa cómo el edificio puede ser más eficiente a partir de una selección adecuada de materiales, con la implementación de las siguientes estrategias:

- Losa reforzada de concreto en obra piso y entre piso.
- Cubierta tipo sándwich con revestimiento en aluminio.
- Pared externa con revestimiento en yeso.
- Divisiones internas con muros en drywall con aislante acústico.
- Ventanas interna en aluminio.
- Cámara de aire en la cubierta

9.5 Resultados obtenidos

A partir de la implementación de las estrategias establecidas, se obtuvo como resultado la disminución de la temperatura operativa, mejorando el confort térmico en la edificación y acrecentando el bienestar de los ocupantes, esto se puede ver en los siguientes resultados:

Primero, los resultados obtenidos durante la semana comprendida entre el 6 al 12 de octubre, dan un panorama general en la reducción de la temperatura operativa, pasando de 27°C a 21°C, temperatura tolerable y que se encuentra dentro de los rangos normativos para la actividad de oficina.

Segundo, los resultados obtenidos en el día 9 de octubre durante la jornada laboral de 8 am a 5 pm, en donde la temperatura cambia dependiendo de la franja horaria, mostrando los siguientes cambios con el transcurrir del día, de 8 am a 11 pm la edificación cuenta con una temperatura de 15°C, de 11 am a 2 pm, esta incrementa hasta los 19°C, y finalmente, de 2 am a 5 pm la temperatura asciende a 20°C, demostrando que es posible disminuir la temperatura operativa mediante la ventilación natural, alternativa pasiva amigable con el medio ambiente que también garantiza el confort térmico de los trabajadores.

Ahora bien, respecto al confort acústico de la oficina, con las estrategias empleadas se logró disminuir los tiempos de reverberación en cada nivel de la edificación, pasando de 62 dB a 55 dB, mejorando la acústica interna del lugar y manteniéndola dentro de los rangos permitidos para la actividad de oficina.

Es así que, con los resultados obtenidos se puede asegurar que se logra cumplir con el objetivo planteado al inicio de esta investigación, mejorando el confort térmico y acústico de la oficina y manteniendo estos niveles permitidos dentro de los rangos de la normatividad establecida.

CONCLUSIONES

-La optimización de espacios de oficina en edificaciones existentes cada día es más frecuente en el ámbito del diseño arquitectónico, donde se crean lugares agradables estéticamente mediante la concepción de espacio abierto, intervenciones desarrolladas sin tener en cuenta el diseño bioclimático, la ubicación del proyecto, la selección de materiales adecuados, el aumento de personal, cuestión que deriva en espacios inhabitables en términos de discomfort térmico -con aumentos considerables de temperatura- y acústico -con el aumento en decibeles- los cuales repercuten en el confort de los ocupantes creando espacios inadecuados con valores térmicos y acústicos fuera de los rangos permitidos por la normatividad.

Por tal motivo, se hace fundamental la implementación de diseños bioclimáticos en las adecuaciones a edificaciones existentes –con actividades diferentes a las de su uso original-, pues una de sus máximas corresponde a tomar en consideración la ubicación del proyecto para que a partir de la misma se le dé un mejor aprovechamiento a la iluminación y la ventilación natural, disminuyendo el consumo energético en la edificación.

Estos diseños, apoyados en las simulaciones computarizadas las cuales tienen en cuenta aspectos como: las ganancias de calor, la temperatura radiante, operativa, del aire, el balance térmico y la circulación de aire en la edificación, se puede favorecer la

implementación de diferentes alternativas –entre ellas pasivas, amigables con el medio ambiente- que permiten la adecuación de oficinas en edificaciones existentes antes de su ejecución, logrando garantizar el confort térmico para sus habitantes mejorando el ámbito laboral en las edificaciones mediante la arquitectura cumpliendo con los parámetros y rangos normativos establecidos para esta actividad.

Es así que gracias a la realización de las simulaciones computarizadas, las cuales han permitido intervenir sobre las causas de discomfort térmico detectado en la oficina mediante la implementación de estrategias pasivas e intervenciones de solución no destructivas, como el diseño adecuado de la fachada y el cambio de algunos materiales de la envolvente en la edificación; se logra la disminución de la temperatura interna y operativa de 27°C a 20°C –en la semana del 06 al 12 de Octubre de 2018-, ubicándola dentro del rango de confort adaptativo. Así, se evidencia la posibilidad de cambiar variables, en este caso de temperatura, en edificaciones existentes, buscando favorecer al empleador y al empleado con la adecuación de espacios óptimos que permitan un apropiado desarrollo y un mejor desempeño profesional.

Finalmente, se hace necesario tener un par de consideraciones, en primer lugar, se debe resaltar que los resultados obtenidos permiten mantener condiciones de confort térmico óptimas durante el 100% de la jornada laboral en la edificación y ante cualquier condición climática propia en la ciudad de Bogotá.

En segundo lugar, se debe considerar que la implementación de intervenciones no destructivas en la propuesta de solución, favorece la ejecución con la implementación de materiales tecnológicamente disponibles en el mercado, realización que se puede llevar a cabo en tiempos cortos sin necesidad de detener el funcionamiento de la oficina.

-La implementación de alternativas pasivas, entre ellas la ventilación natural en las adecuaciones de oficina en la ciudad de Bogotá es fundamental en la contribución al confort térmico de los ocupantes, ya que si no es tomada en cuenta, se pueden generar altas temperaturas en su interior, lo que implicaría medidas de ventilación mecánica que derivarían en el aumento del costo energético, la posible repercusión en la salud de los ocupantes, y por último, un impacto ambiental negativo. De allí, la importancia de las simulaciones computarizadas, aproximándose a la realidad antes de la ejecución del proyecto.

-Uno de los grandes compromisos de la arquitectura, en cuanto a solución de proyectos, es generar espacios que cumplan con un desempeño utilitario sin dejar de lado el diseño, la estética y la funcionalidad, siempre en aras de mejorar la calidad y experiencia de vida de sus habitantes. Es por ello, que a través del planteamiento para el desarrollo de esta tesis se buscó que los actuales ocupantes de esta oficina, contaran con una propuesta adaptativa que supliera sus necesidades de confort térmico y acústico mediante la implementación de adecuaciones pasivas amigables con el medio ambiente, para mejorar su bienestar durante su estadía en la edificación.

-La acústica en espacios de oficina es un tema que anteriormente no era tenido en cuenta, pero ahora con las nuevas tendencias de optimización de espacios y diseños de concepto abierto, se ha visto un aumento del discomfort acústico teniendo en cuenta la suma de las reverberaciones y las fuentes sonoras en una misma área, por tal razón se hace fundamental considerar la acústica del lugar durante la etapa de diseño y apoyarse en las simulaciones y fórmulas de acondicionamiento y aislamiento acústico para garantizar el confort de los ocupantes tras la ejecución del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- AA. Media Limited. (2012). *Hacia una Vida más Ecológica*. México D.F: Editorial Trillas.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). *Guía de Lineamientos Sostenibles para el Ámbito Edificatorio*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Alfonso, G. M. (06 de 2012). El Confort térmico adaptativo. Aplicación en la edificación en España. Cataluña.
- Arrieta, G. (2018). Cambiando los paradigmas: revisión del concepto de confort higrotérmico desde los 60 hasta la actualidad. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 1-12.
- Beraneck, L. (1969). *Acústica*. Buenos Aires: Editorial Hispano. Obtenido de <https://casagreb.files.wordpress.com/2013/02/beranek-leo-acustica.pdf>
- Camacho, M. A. (2018). *Arquitectura y Cambio Climático*. Madrid: Libros de la Catarata.
- Carlos Hernández Pezzi. (2007). *Un Vitruvio Ecológico Principios y Practicas del Proyecto Arquitectónico Sustentable*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Carrillo, M. P. (2019). Síndrome del edificio enfermo en la facultad ciencias de la salud de la universidad de córdoba. Montería, Colombia.
- Ching, F. D. (2014). *Arquitectura Ecológica un Manual Ilustrado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Cornoldi, A. (1982). *Hábitat y Energía*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Duran, S. C. (2011). *Arquitectura y Eficiencia Energética*. Barcelona: Editorial Proyect.
- Fanger. P. (1970). *Confort Térmico. Análisis y Aplicaciones en Ingeniería Ambiental*. Kansas: Copenhagen.
- Garrido, L. d. (2014). *Arquitectura Bioclimática Extrema*. Barcelona: Instituto Monsa Ediciones.
- Garrido, L. d. (2017). *Manual de Arquitectura Ecológica Avanzada*. Buenos Aires: Ediciones de la U.
- Giani, A. (2013). *Acústica Arquitectónica*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Gómez, M. D. (s.f.). *Síndrome del Edificio Enfermo: Cuestionario para su detección*. Obtenido de

https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20290%20-%20EI%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo%20cuestionario%20para%20su%20deteccion.pdf

González, J. (2004). *Arquitectura Bioclimática un Entorno Sostenible*. Madrid: Manilla Lería.

González, J. N. (2004). *Arquitectura y Bioclimática*. Madrid: Munilla-Lería.

Hernández, S. (2016). *Selección y Diseño Sustentable de Materiales de Construcción*. Ciudad de México: Trillas S.A.

Hernández, J. (2018). Estrategias de diseño bioclimático enfocado en el confort térmico. Caso de estudio desarrollado a partir de soluciones pasivas para una edificación de oficinas en Cúcuta - Norte de Santander. Bogotá, Colombia.

Higueras, E. (1998). *El Reto de la Ciudad Habitable y Sustentable*. Pamplona: Edición Publicaciones Jurídicas.

Inst. (2010). *el síndrome del edificio enfermo*. madre: inst.

Kwok, A. (2015). *Manual de Diseño Ecológico en Arquitectura*. Ciudad de México: Trillas S.A.

Lacomba, R. (2012). *Arquitectura Solar y Sustentabilidad*. Ciudad de México: Trillas S.A.

Landrove, S. (2016). *Pequeño Manual del Proyecto Sostenible*. Paris: Gustavo Gili.

López, P. O. (2019). *Confort térmico y calidad del aire, una evaluación cuantitativa post ocupación desde la arquitectura*. Bogotá.

López, V. M. (2008). *Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable*. Ciudad de México: Trillas S.A.

Minguet, J. M. (2016). *The New Ecological Home. Materials for Bioclimatic*. Barcelona: Instituto Monsa Ediciones.

Mommertz, E. (2008). *Acústica y Aislamiento de sónico*. Basilea: Detalle Edición.

Olgyay, V. (1968). *Clima y Arquitectura en Colombia*. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Arquitectura.

Olgyay, V. (1998). *Arquitectura y Clima Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili.

Rite. (2017). *Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas en Edificaciones*. Bogotá.

- Ruano, M. (2005). *Guía Básica de la Sostenibilidad*. Londres: Gustavo Gili.
- Ruth Lacomba. (2017). *Proyectos de Arquitectura Sustentable*. México D.F: Trillas S.A.
- Smith, P. (2001). *La Arquitectura en un Clima de Cambio*. Barcelona: Reverte S.A.
- Subils, M. J. (2019). *Síndrome del edificio enfermo: Factores de riesgo*. Obtenido de https://app.mapfre.com/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1031247
- Sustentable, H. (2007). *Eficiencia energética y confort en edificio de oficina: el caso Alemán*. San Juan: Instituto regional de planeamiento y hábitat.
- Sustentable, H. (2013). *Ventilación de espacios de trabajo en edificios de oficina y su influencia sobre la eficiencia energética*. San Juan: Instituto regional de planeamiento y hábitat.
- Trabajo, I. n. (1994). *El síndrome del edificio enfermo metodología de evaluación*. Madrid: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Trabajo, I. N. (2001). *Evaluación del Bienestar térmico en locales de trabajo cerrados mediante los índices térmicos PMV y PPD*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/0/Evaluaci%C3%B3n+del+Bienestar+t%C3%A9rmico+en+locales+de+trabajo+cerrados+mediante+los+%C3%ADndices+t%C3%A9rmicos+PMV+y+PPD/f21b631c-4495-4556-a53a-2c85949a209e>
- Trabajo, I. N. (2019). *El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detención*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327166/2_ntp_290.pdf/30db9f6f-d401-4f69-929d-e735cfaf5855

ANEXOS

Anexo 1

Fachada proyecto



Nota. Fachada proyecto

Anexo 2

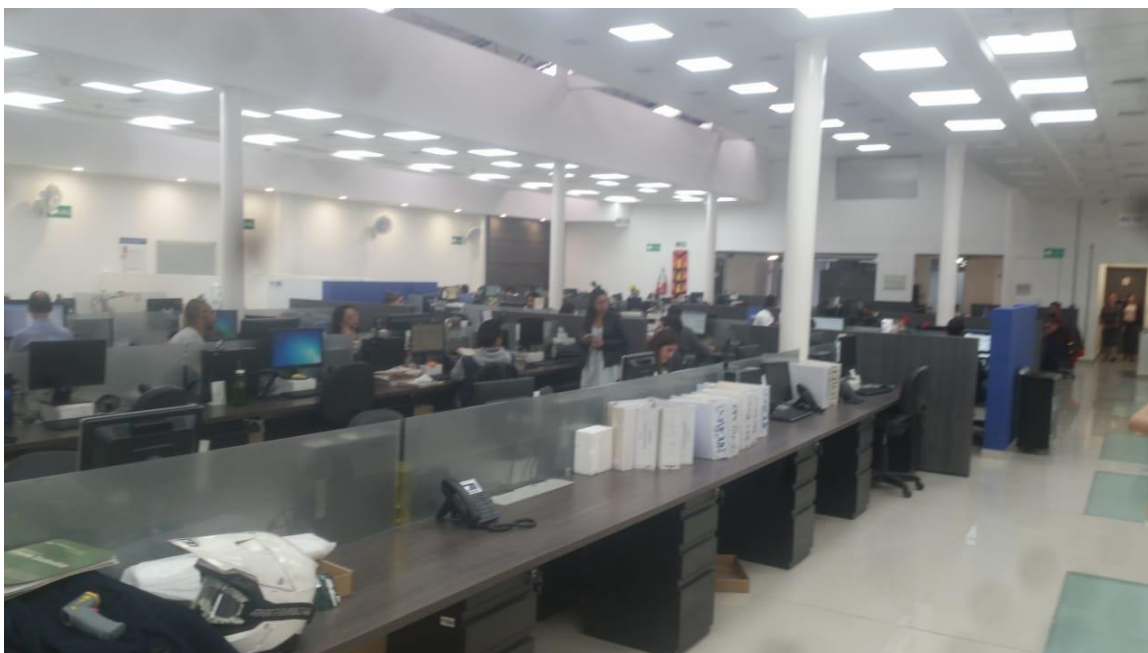
Primer nivel proyecto



Nota. Interior primer nivel

Anexo 3

Segundo nivel proyecto



Nota. Interior segundo nivel

Anexo 4

Equipos de medición en campo



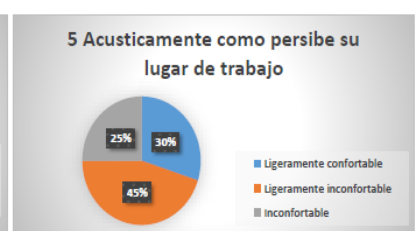
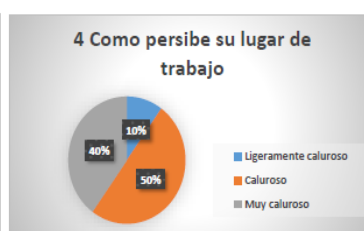
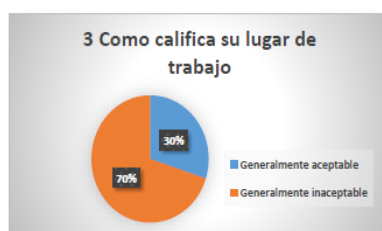
Nota. Interior tercer nivel.

Encuesta a funcionarios

ENCUESTA FUNCIONARIOS SEDE TOBERIN

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
A S P E C T O T E R M I N I C O	Como le gustaria sentirse en su lugar de trabajo 1	Mucho mas frio	X	X			X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	14	
		Un poco mas frio			X	X	X								X	X	X					6	
		Igual																					
		Un poco mas caluroso																					
		Mucho mas caluroso																					
	Como encuentra su lugar de trabajo 2	Muy confortable																					
		Confortable																					
		Ligeramente confortable									X	X										2	
		Ligeramente inconfortable	X	X	X			X					X	X								6	
		Inconfortable				X	X		X	X					X	X	X	X	X	X	X	12	
		Muy inconfortable																					
	Como califica su lugar de trabajo 3	Generalmente aceptable	X	X					X						X	X	X						6
		Generalmente inaceptable			X	X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	14
	Como percibe su lugar de trabajo 4	Frio																					
		Fresco																					
		Ligeramente fresco																					
Neutro																							
Ligeramente caluroso						X	X														2		
Caluroso		X	X	X	X			X	X					X	X	X	X				10		
Muy caluroso										X	X	X	X					X	X	X	X	8	
A C U S T I C O	Acusticamente como percibe su lugar de trabajo 5	Muy confortable																					
		Ligeramente confortable												X	X	X	X	X	X		6		
		Ligeramente inconfortable	X	X	X	X	X				X	X	X	X								9	
		Inconfortable						X	X	X										X	X	5	

Encuesta realizada con fines académicos



Nota. Encuesta sensación térmica y acústica proyecto.

Anexo 6

Formulas tiempos de reverberación

El tiempo de Reverberación

“Tiempo de permanencia del sonido dentro de un espacio”

Según Sabine:

$$RT_{60} = 0,161 \left(\frac{V}{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \alpha_3 S_3 + \dots + \alpha_n S_n} \right)$$

En donde:

V es el volumen del recinto en m³,

S_n es el área de la superficie n m²,

α_n es el coeficiente de absorción sonora de la superficie n, (fracción de la energía sonora incidente que es absorbida por la superficie). (Everest y Polhmann 2009, 156)

TIPO DE SALA	RECOMENDACIÓN RT _{60mid} sala ocupada, tiempo en s
Locutorio de radio	0,2 – 0,4
Estudio de Grabación	0,2 – 0,6
Sala de conferencia	0,7 – 1,0
Salón de clases	0,8 – 1,0
Cine	1,0 – 1,2
Agrupación de rock	1,0 – 1,4
Teatro para opera	1,2 – 1,5
Sala de concierto (música de cámara)	1,3 – 1,7
Salas multipropósito	1,6 – 2,0
Sala de concierto (música sinfónica)	1,8 – 2,0
Iglesia, Catedral (órgano de tubos y canto coral)	2,0 – 3,0

Nota. Formula tiempo de reverberación.

Anexo 7

Niveles acústicos Curvas NC

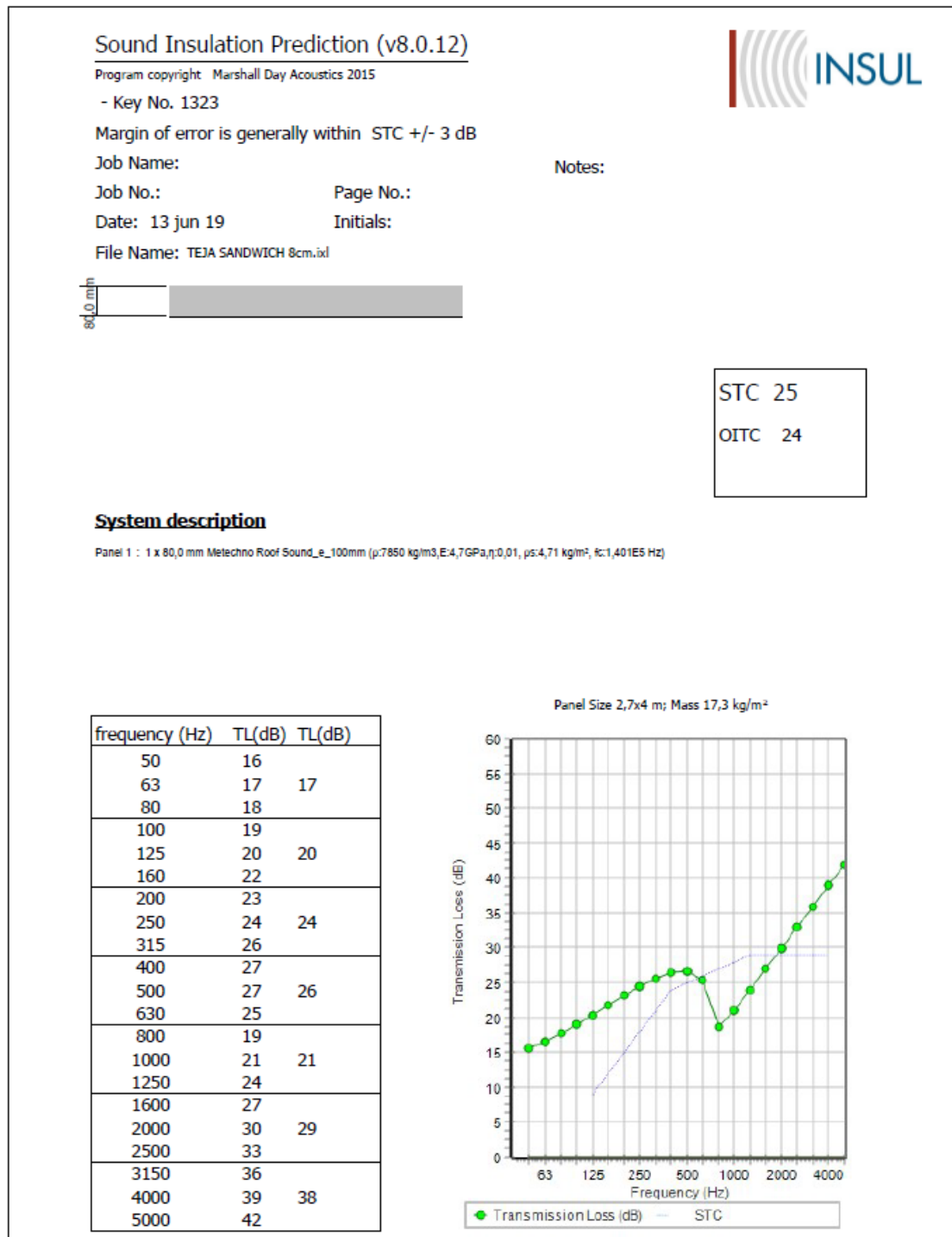
Aislamiento Acústico – Curvas NC y el uso

Tipo de interior	Márgenes acústicos en dB(a)	Márgenes curvas NC
Iglesias y escuelas		
Santuarios	25 - 35	20 - 30
Bibliotecas, escuelas y aulas	35 - 45	30 - 40
Salas de recreo, corredores y vestíbulos	40 - 55	35 - 50
Edificios públicos		
Bibliotecas públicas, museos, tribunales	35 - 45	30 - 40
Oficinas de correos, zonas generales de bancos	40 - 50	35 - 45
Lavabos y aseos	45 - 55	40 - 50
Restaurantes, cafeterías, salones sociales		
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Salones de cocktails	40 - 55	35 - 50
Clubs nocturnos	40 - 55	35 - 45
Cafeterías	45 - 55	40 - 50
Hoteles		
Habitaciones individuales	35 - 45	30 - 40
Salas de baile, salas para banquetes	35 - 45	30 - 40
Vestíbulos y pasillos, foyers	40 - 50	35 - 45
Garajes	45 - 55	40 - 50
Cocinas y lavanderías	45 - 55	40 - 50
Oficinas		
Salas de consejos	25 - 35	20 - 30
Salas de conferencias	30 - 40	25 - 35
Oficinas generales, salas de diseño	40 - 55	35 - 50
Vestíbulos y corredores	40 - 55	35 - 50
Salas de computadoras	45 - 65	40 - 50
Auditorios y salas de música		
Salas de conciertos y de ópera	25 - 35	20 - 25
Estudios para reproducción sonora	25 - 35	20 - 25
Teatros, salas de uso múltiple	30 - 40	25 - 30
Cines, estudios tv	35 - 45	30 - 35
Anfiteatros al aire libre	35 - 45	30 - 35
Salas de conferencias	35 - 45	30 - 35
Vestíbulos	40 - 50	35 - 45

Nota. Niveles acústicos por espacio.

Anexo 8

Curvas NC Cubierta propuesta proyecto



Nota. Curva NC cubierta.

Anexo 9

Ficha técnica cubierta propuesta proyecto



Panel cubierta tipo sándwich en (A) acero o aluminio con (f) foil en la cara inferior

Especificaciones del producto:

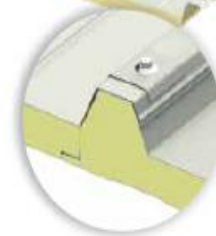
- ▶ Lámina con recubrimiento de pintura tipo poliéster y pretratamiento para mejorar adherencia del aislante. Cara interior en Foil de polipropileno.
- ▶ Índice Reflectancia Solar 78. (Ral 9002)
- ▶ Aislamiento estándar: Poliisocianurato **PIR SAFE**
- ▶ Longitud mínima de fabricación: 3,0 m (+/-3 mm), longitud máxima de fabricación: 12 m (+/-10 mm)

Beneficios

- ▶ Paneles amigables con el medio ambiente fabricado con Ciclopentano, aislante ecológico que actúa como agente expandente de la espuma, libre de CFC y HFC.
- ▶ Bajo peso que permite mayor facilidad de transporte e instalación.
- ▶ Excelentes propiedades físicas que proporcionan durabilidad al paso del tiempo.
- ▶ Disminuye el efecto de la condensación.

KingRoof® AF cuenta con un plástico protector de polietileno aplicado en línea y adherido a la lámina metálica, que garantiza mantenerla en óptimas condiciones estéticas. Una vez salga el producto de la planta de producción, el plástico debe ser retirado al momento de instalarlo o en un plazo máximo de 1 mes.

Para una mayor información se recomienda ver las condiciones de almacenamiento y montaje de los paneles. Contacte a nuestro equipo técnico al cual le brindará el soporte necesario.



Sistema de fijación

- Arandela metálica
- Arandela de neopreno
- Caperuza de aluminio
- Neopreno que recubre la parte inferior de la caperuza
- Tornillo de fijación

Colores de línea:



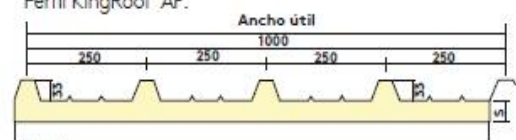
RAL 9002
Pantone Warm
Grey 1C



RAL 9006
Pantone 422C

Kingspan ofrece una amplia variedad de colores personalizados, bajo pedido. Nuestro equipo de ventas lo asesorará para satisfacer los requerimientos específicos de diseño.

Perfil KingRoof® AF:



* Medidas en mm.

Peso del panel (Kg./m²)

Espesor acero (CAL)	Espesor panel (mm)			
	18	30	40	50
28 foil	4,10	4,55	4,93	5,31
26 foil	4,69	5,17	5,56	5,95
24 foil	5,83	6,30	6,70	7,10

Tabla de cargas


Fy=320 Mpa	Sobrecargas admisibles uniformemente distribuidas (Kg/m ²)		
	CAL28	CAL26	CAL24
Distancia entre apoyos (m)			
1,00m	245	339	520
1,25m	157	217	333
1,50m	109	151	231
1,75m	79	111	170
2,00m	61	85	130
2,25m		67	103
2,50m		54	83
2,75m		45	68
3,00m			58
3,25m			49

- Las sobrecargas admisibles indicadas en estas tablas han sido calculadas por estados límites de resistencia y considerando un estado límite de servicio por deflexión bajo carga uniforme de L/200, en concordancia con lo especificado en la Norma Europea UNE EN 14509.
- Los asteriscos(*) marcan aquellas distancias entre apoyos para los distintos paneles, que cumplen criterio de transitabilidad exigido en la Norma Europea ECCS-Recommendations for Sandwich Panel-Technical committee 7 (deflexión máxima L/200 para una carga concentrada de 200 kg en el centro de la luz). Este criterio no aplica para paneles de fachada colocados verticalmente.
- Cálculos de capacidad admisible para paneles con especificaciones diferentes a las indicadas, o con otras condiciones de carga, pueden ser solicitadas al departamento técnico de Kingspan.
- Nota: KingRoof *AF en el foil de polipropileno de la cara inferior puede presentar pliegues u ondulaciones.

Tabla térmica y acústica

Propiedades térmicas						
Espesor del panel	Resistencia térmica		Conductancia térmica		Conductividad térmica	
	R		C		K	
mm	(ft ² .f.h)/Btu	(m ² .k)/W	Btu/(ft ² .F.h)	W/(m ² .k)	Btu/(ft ² .F.h.)	W/(m.k)
18	5,19	0,90	0,19	1,11	0,012	0,020
30	8,65	1,50	0,12	0,67	0,012	0,020
40	11,53	2,00	0,09	0,50	0,012	0,020
50	14,41	2,50	0,07	0,40	0,012	0,020

Propiedades acústicas	
Espesor del panel (mm)	Índice de Reducción de Sonido Rw dB
18	23
30	24
40	25
50	25

Resistencia al fuego:
 (Clasificación europea B, S1, D0 - (Clasificación Americana clase 1 o A)
 CUMPLIMOS CON LA NORMA ASTM E84

¿Cómo podemos ayudar?
 Para conocer mayores detalles y obtener asesoría especializada, por favor contacta con nuestro equipo técnico y de ventas al (+57) 317 363 67 96 - (+57-5) 693 0156 o visita www.kingspan.com.com







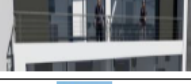


Se ha buscado que los contenidos de esta publicación sean precisos, sin embargo, Kingspan (Panimet S.A.S) no acepta responsabilidades por errores o información engañosa. Las imágenes son únicamente de carácter ilustrativo y referencial. Recomendaciones, descripciones, sugerencias de uso de producto y métodos de instalación son solamente fines informativos y Panimet SAS no podrá aceptar responsabilidades del uso que se le dé.

FT Kingspan 003

Nota. Ficha técnica teja.

Anexo 10

Factibilidad proyecto.

FACTIBILIDAD ECONOMICA						
Bogotá D.C						
ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	Und	Cent.	Valor Unitario	Valor Total
1	REFERENCIA	PRELIMINARES				
1.1		DESMONTE CUBIERTA EXISTENTE	M2	671	\$2.500	\$1.677.500
1.2		DESMONTE VENTANAS EXISTENTES FACHADA	M2	41	\$10.500	\$430.500
1.3		DESMONTE CORTINA METALICA ENROLLABLE FACHADA	M2	2	\$150.000	\$300.000
1.4		DEMOLICION MAMPOSTERIA Y ANTEPECHOS EN LADRILLO	M2	27	\$7.500	\$202.500
2	REFERENCIA	CUBIERTA				
2.1		SUMINISTRO E INSTALACION CUBIERTA ARQUITECTONICA TIPO SANDWICH SIN TRASLAPO CON AISLAMIENTO INTERNO	M2	671	\$98.000	\$65.758.000
3	REFERENCIA	CARPINTERIA				
3.1		SUMINISTRO E INSTALACION VENTANAS EN VIDRIO LAMINADO, MARCO EN ALUMINIO CON ALMA LLENA EN POLIURETANO EXPANDIBLE. Según diseño arquitectónico	M2	72	\$210.000	\$15.120.000
3.2		SUMINISTRO E INSTALACION BARANDA BALCON	ML	12	\$180.000	\$2.160.000
3.3		SUMINISTRO E INSTALACION REJILLA ACUSTICA DE VENTILACION FACHADA	M2	9	\$420.000	\$3.780.000
4		MAMPOSTERIA				
4.1		MAMPOSTERIA EN SUPERBOARD FACHADA. Incluye terminación y pintura.	M2	91	\$95.000	\$8.645.000
5		OTROS				
5.1		RESANES POR DEMOLICIONES	GLB	1	\$550.000	\$550.000
5.2		REJILLAS DE VENTILACION EN PLACA DE ENTREPISO	ML	18	\$210.000	\$3.780.000
5.3		SUMINISTRO E INSTALACION ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO CON PANELES Y ESPUMAS ACUSTICAS	M2	277	\$85.000	\$23.545.000
5.4		DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESMONTES Y RETIRO DE ESCOMBROS	GLB	1	\$550.000	\$550.000
COSTO DIRECTO						\$126.498.500

Nota. Factibilidad adecuación proyecto.